

BAB V

ANALISIS HASIL SIMULASI DAN PENGUJIAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY TIGA ELEMEN

5.1 Tinjauan Umum

Dari hasil keseluruhan simulasi konfigurasi antena mikrostrip antena mikrostrip *array* tiga elemen, didapatkan kinerja antena terbaik pada konfigurasi antena 74. Setelah dilakukan simulasi dan fabrikasi, maka untuk mengetahui performansi pada antena mikrostrip *array* tiga elemen, perlu dilakukan pengukuran terhadap parameter-parameter antena hasil simulasi seperti *bandwidth*, *gain*, polarisasi, dan pola radiasi yang dimiliki oleh antena mikrostrip *array* tiga elemen yang kemudian akan dilakukan analisis.

Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan data-data karakteristik antena yang telah dibuat dan 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 Pengukuran *Return Loss*, Koefisien Pantul, dan Perhitungan VSWR

5.2.1 Alat-Alat yang Digunakan

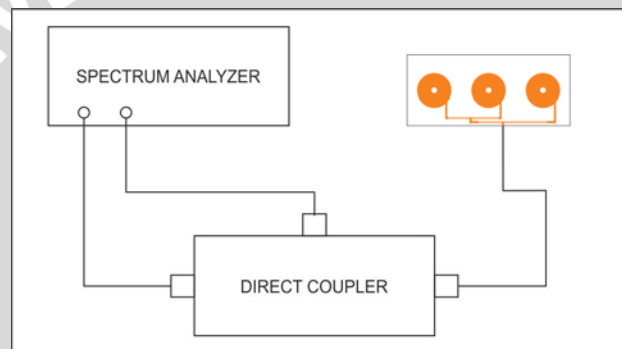
Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran *return loss* yaitu:

1. *GW Instek Spectrum Analyzer 2,7 GHz*
2. *Directional Coupler*
3. Antena uji
4. Kabel Koaksial RG-58A/U
5. *Adapter N to BNC*

5.2.2 Prosedur Pengukuran

Prosedur dalam pengukuran *return loss* adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan alat ukur *Spectrum Analyzer* yang telah terhubung dengan *Directional Coupler*
2. Menghubungkan Kabel Koaksial RG-58 A/U dengan alat ukur *Spectrum Analyzer*
3. Melakukan kalibrasi pada *Spectrum Analyzer*
4. Menghubungkan *Spectrum Analyzer* dengan Antena Uji sehingga terbentuk rangkaian seperti pada Gambar 5.1
5. Mengatur *range* frekuensi *Spectrum Analyzer* pada 700 – 1200 MHz
6. Mencatat nilai *return loss* yang ditunjukkan oleh *Spectrum Analyzer*
7. Menghitung nilai koefisien pantul dan *VSWR* pada setiap rentang frekuensi.



Gambar 5.1 Rangkaian Pengukuran *Return Loss*
Sumber: Pengujian

5.2.3 Hasil Pengukuran

Nilai koefisien pantul dan *VSWR* pada frekuensi resonansi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

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

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

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

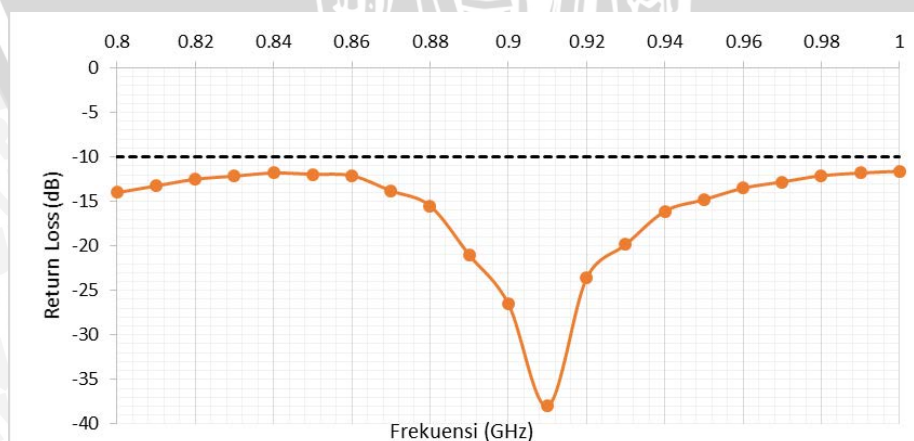
Dengan menggunakan persamaan di atas maka akan di dapatkan hasil pengukuran antenna mikrostrip *array* tiga elemen berupa *return loss*, koefisien pantul dan *VSWR* antenna mikrostrip *array* tiga elemen. Berikut hasil pengukuran yang di dapat dilihat pada Tabel 5.1.

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

Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)	Koefisien Pantul	VSWR
0.8	-14.0	0.20	1.4985
0.81	-13.3	0.22	1.5560
0.82	-12.5	0.24	1.6217
0.83	-12.2	0.25	1.6556
0.84	-11.8	0.26	1.6919
0.85	-12.0	0.25	1.6761
0.86	-12.1	0.25	1.6607
0.87	-13.8	0.20	1.5131
0.88	-15.5	0.17	1.4035
0.89	-21.0	0.09	1.1957
0.9	-26.5	0.05	1.0993
0.91	-38.0	0.01	1.0255
0.92	-23.6	0.07	1.1415
0.93	-19.9	0.10	1.2265
0.94	-16.1	0.16	1.3716
0.95	-14.8	0.18	1.4449
0.96	-13.5	0.21	1.5360
0.97	-12.8	0.23	1.5943
0.98	-12.1	0.25	1.6607
0.99	-11.8	0.26	1.6919
1	-11.6	0.26	1.7138

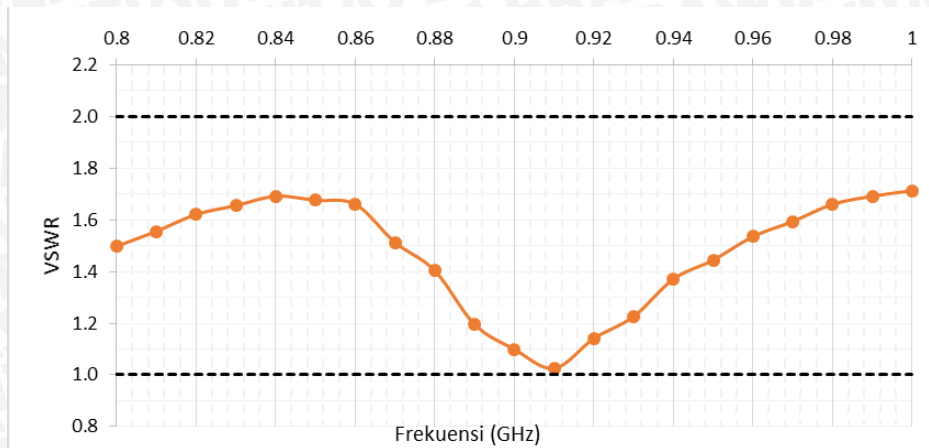
Sumber: Pengujian

Setelah didapatkan data hasil pengukuran *return loss*, perhitungan koefisien pantul dan perhitungan *VSWR*, Selanjutnya dapat dibuat grafik fungsi terhadap frekuensi, seperti ditunjukkan pada Grafik 5.1 dan Grafik 5.2.



Grafik 5.1 Fungsi *Return Loss* Antena Uji Terhadap Frekuensi

Sumber: Pengujian



Grafik 5.2 Fungsi VSWR Antena Uji Terhadap Frekuensi
Sumber : Pengujian

5.2.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran, antenna mikrostrip antenna mikrostrip *array* tiga elemen ini memiliki nilai VSWR dibawah 2 dan *return loss* dibawah -10 dB pada rentang frekuensi 800-1000 MHz. Dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip antenna mikrostrip *array* tiga elemen memiliki *bandwidth* total sebesar 200 MHz.

5.3 Pengukuran *Gain* Antena

5.3.1 Alat-Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran *gain* yaitu:

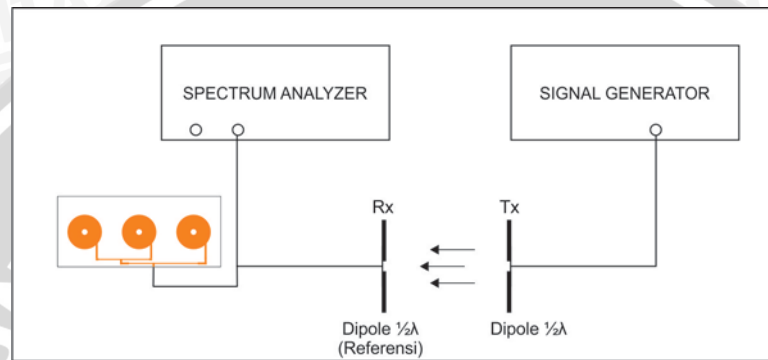
1. *Aeroflex* IFR 3413 *Signal Generator* 250 kHz – 3GHz
2. GW Instek *Spectrum Analyzer* GSP-827 2,7GHz
3. Dua buah antenna standar *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$
4. Antena uji
5. Kabel Koaksial RG-58A/U
6. *Adapter* N to BNC
7. Dua buah tiang penyangga

5.3.2 Prosedur Pengukuran

Prosedur dalam pengukuran *gain* adalah sebagai berikut:

1. Merangkai peralatan seperti pada Gambar 5.2
2. Dua buah antenna *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ dipasang sejajar *line of sight* sebagai antenna pemancar dan sebagai antenna penerima.

3. Mengatur frekuensi awal pada *Signal Generator* sebesar 800 MHz, kemudian mencatat daya antenna *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ yang terukur pada *Spectrum Analyzer*
4. Frekuensi *Signal Generator* diatur dengan step 10 MHz hingga 1000 MHz kemudian catat nilai daya yang terukur pada *Spectrum Analyzer*
5. Mengganti antenna *dipole* pada sisi penerima dengan antenna uji, kemudian ulangi langkah 3,4.



Gambar 5.2 Rangkaian Pengukuran *Gain* Antena Uji
Sumber: Pengujian

5.3.3 Hasil Pengukuran

Setelah dilakukan pengukuran, akan diperoleh beberapa parameter yaitu daya antenna referensi (P_{Ref}), daya antenna yang diuji (P_U). Dari kedua parameter tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *gain* antenna yang diuji (G_U). *Gain* antenna dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$G \text{ (dBi)} = 2,15 + P_U \text{ (dBm)} - P_R \text{ (dBm)}$$

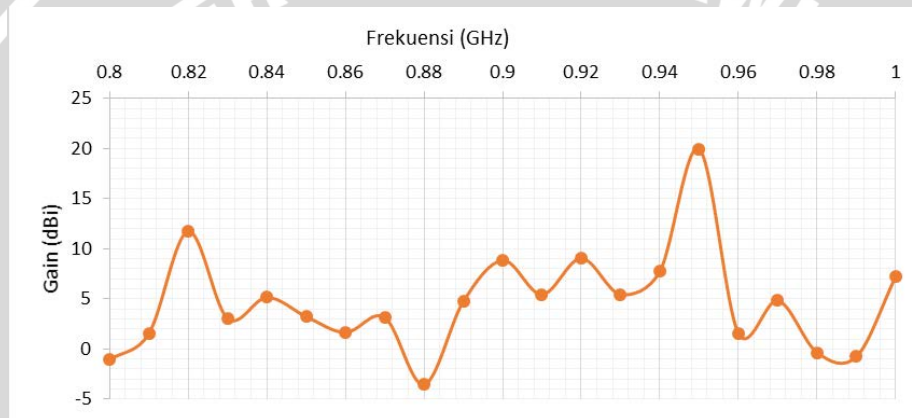
Hasil perhitungan *gain* antenna ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengukuran *Gain* Antena Uji

Frekuensi (GHz)	Daya Ref (dBm)	Daya Uji (dBm)	Gain (dBi)
0.8	-43.8	-47	-1.05
0.81	-42.5	-43.1	1.55
0.82	-51.1	-41.5	11.75
0.83	-43	-42.1	3.05
0.84	-43.8	-40.8	5.15
0.85	-40.9	-39.8	3.25
0.86	-41.2	-41.7	1.65
0.87	-39.9	-38.9	3.15
0.88	-42.8	-48.5	-3.55
0.89	-43.9	-41.3	4.75

Frekuensi (GHz)	Daya Ref (dBm)	Daya Uji (dBm)	Gain (dBi)
0.9	-51	-44.3	8.85
0.91	-44.9	-41.6	5.45
0.92	-50.1	-43.2	9.05
0.93	-53.9	-50.6	5.45
0.94	-50.8	-45.2	7.75
0.95	-59.8	-42	19.95
0.96	-42.7	-43.3	1.55
0.97	-45.5	-42.8	4.85
0.98	-45.7	-48.2	-0.35
0.99	-44.5	-47.4	-0.75
1	-54.6	-49.5	7.25

Sumber: Pengujian



Grafik 5.3 Fungsi Gain Antena Uji Terhadap Frekuensi

Sumber : 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 diatas menunjukkan antenna mikrostrip *array* tiga elemen memiliki nilai *gain* positif pada frekuensi yang 890-970 MHz. *Gain* tertinggi terdapat pada frekuensi 950 MHz sebesar 19.95 dBi.

5.4 Pengukuran Polarisasi

5.4.1 Alat-alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran polarisasi yaitu:

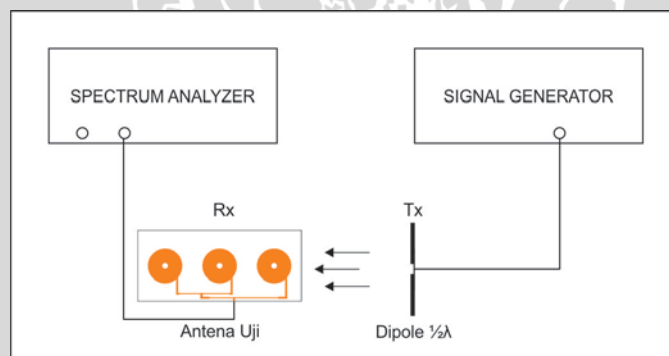
1. Aeroflex IFR 3413 *Signal Generator* 250 kHz - 3 GHz
2. GW Instek *Spectrum Analyzer* 2,7 GHz
3. Sebuah antenna standar dipole $\frac{1}{2}\lambda$ sebagai pemancar
4. Antena uji

5. Adapter N to BNC
6. Dua buah tiang penyangga dengan skala sudut putar
7. Rotator antenna

5.4.2 Prosedur Pengukuran

Prosedur dalam pengukuran polarisasi adalah sebagai berikut:

1. Memasang antenna *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ sebagai antenna pemancar yang dihubungkan dengan *sinyal generator*. Dan antenna uji dipasang sebagai antenna penerima yang dihubungkan dengan *spectrum analyzer* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.3
2. Antena uji dipasang sebagai antenna penerima yang dihubungkan dengan *spectrum analyzer*.
3. Mengatur posisi kedua antenna menjadi sejajar (*line of sight*), kemudian mengatur keluaran *signal generator* pada frekuensi 900 MHz
4. Memutar antenna uji berdasarkan sudut phi menggunakan *rotator* dari sudut 0° sampai 350° dengan interval 10° , dan mencatat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran
5. Melakukan analisa perhitungan nilai normalisasi untuk tiap sudut putarnya



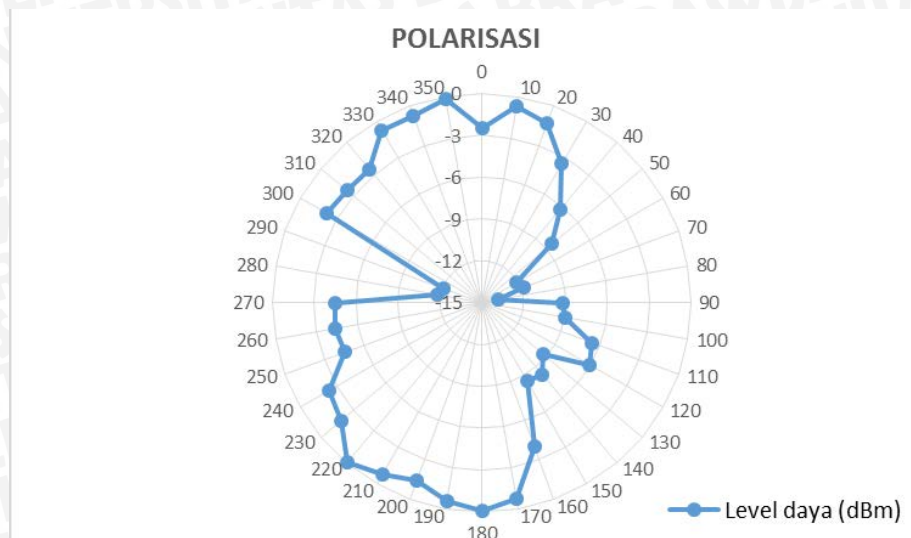
Gambar 5.3 Rangkaian pengukuran polarisasi antenna uji
Sumber : Pengujian

5.4.3 Hasil Pengukuran

Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Polarisasi pada Antena Uji

Sudut (derajat)	Level Terima (dBm)	Normalisasi
0	-43.8	-2.5
10	-42	-0.7
20	-42.6	-1.3
30	-44.8	-3.5
40	-47.6	-6.3
50	-49.7	-8.4
60	-53.4	-12.1
70	-53.1	-11.8
80	-55.1	-13.8
90	-50.5	-9.2
100	-50.2	-8.9
110	-47.9	-6.6
120	-47.4	-6.1
130	-50.5	-9.2
140	-49.6	-8.3
150	-49.8	-8.5
160	-45.3	-4
170	-42	-0.7
180	-41.4	-0.1
190	-41.8	-0.5
200	-42.7	-1.4
210	-42.1	-0.8
220	-41.3	0
230	-43.1	-1.8
240	-43.7	-2.4
250	-45.9	-4.6
260	-45.6	-4.3
270	-45.8	-4.5
280	-53.1	-11.8
290	-53.4	-12.1
300	-43.5	-2.2
310	-43.7	-2.4
320	-43.8	-2.5
330	-42	-0.7
340	-42	-0.7
350	-41.5	-0.2

Sumber: Pengujian



Gambar 5.4 Diagram Polar Polarisasi Antena Uji
Sumber: Pengujian

Berdasarkan 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 linier.

5.5 Pengujian Pola Radiasi

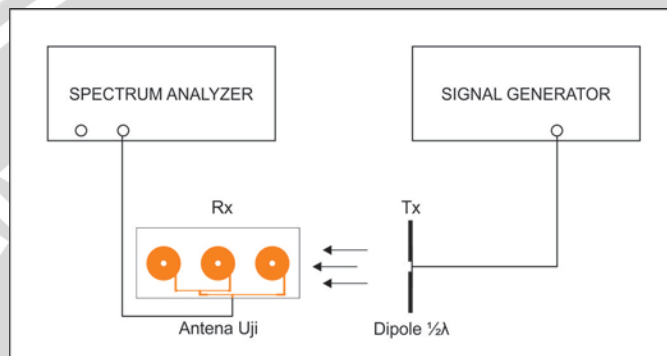
5.5.1 Alat-alat yang Digunakan

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

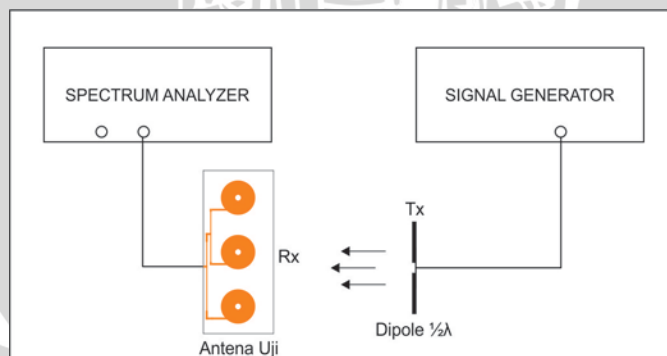
1. Memasang antenna *dipole $\lambda/2$* sebagai antenna pemancar dengan menghubungkan ke *signal generator* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U.

2. Memasang antena uji sebagai antena penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U.
3. Mengatur *signal generator* pada frekuensi 900 MHz
4. Memutar antena uji dari 0° sampai 350° dengan interval 10° berdasar arah theta dengan phi = 0° lalu mencatat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran. Arah putar di tunjukkan pada gambar 5.5a



Gambar 5.5a Rangkaian pengukuran pola radiasi horizontal antena uji dengan Phi = 0°
Sumber : Pengujian

5. Ulangi langkah 4 dengan perubahan arah putar berdasarkan theta dengan phi = 90° lalu catat kembali nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran. Arah putar di tunjukkan pada gambar 5.5b



Gambar 5.5b Rangkaian pengukuran pola radiasi horizontal antena uji dengan Phi = 90°
Sumber : Pengujian

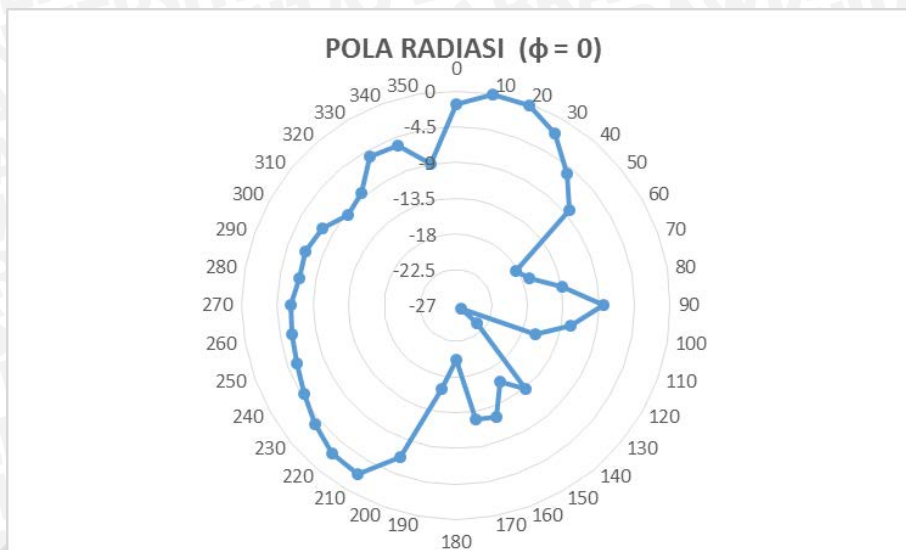
6. Menghitung nilai normalisasi untuk tiap sudut putarnya

5.5.3 Hasil Pengukuran

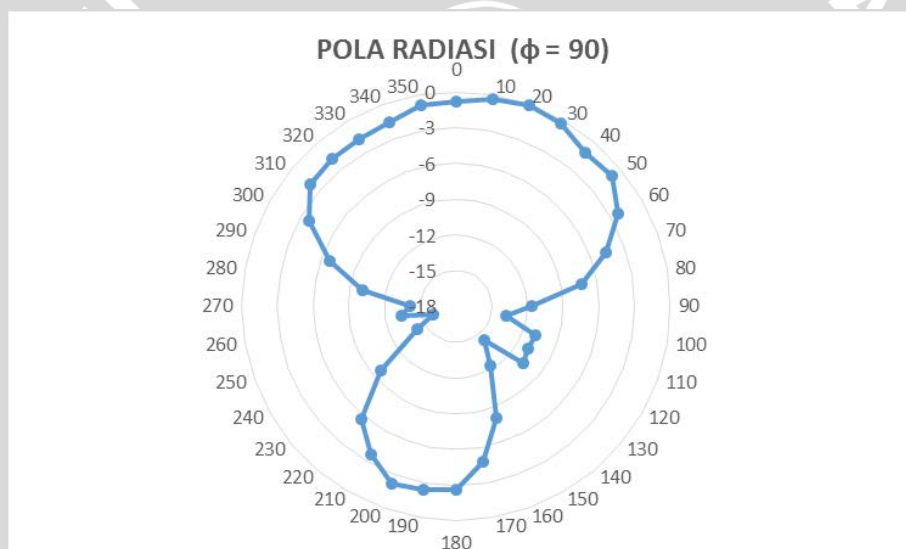
Tabel 5.4 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Hasil Pengujian

Sudut (derajat)	Pola Radiasi		Pola Radiasi Vertikal	
	Horizontal		$\Phi = 90^\circ$	
	Level terima (dBm)	Normalisasi	Level terima (dBm)	Normalisasi
0	-48.5	-1.7	-43.8	-0.8
10	-46.8	0	-43.3	-0.3
20	-47	-0.2	-43	0
30	-48.8	-2	-43.3	-0.3
40	-52.1	-5.3	-44.1	-1.1
50	-55.2	-8.4	-43.9	-0.9
60	-65	-18.2	-45.3	-2.3
70	-63.9	-17.1	-47.6	-4.6
80	-60.3	-13.5	-50.3	-7.3
90	-55.2	-8.4	-54.6	-11.6
100	-59.2	-12.4	-56.7	-13.7
110	-63.1	-16.3	-53.9	-10.9
120	-73	-26.2	-54	-11
130	-70.4	-23.6	-53.6	-10.6
140	-60.1	-13.3	-57.3	-14.3
150	-62.7	-15.9	-55.3	-12.3
160	-58.9	-12.1	-51	-8
170	-59.2	-12.4	-47.8	-4.8
180	-66.9	-20.1	-45.6	-2.6
190	-63.1	-16.3	-45.4	-2.4
200	-53.5	-6.7	-45.2	-2.2
210	-49.2	-2.4	-46.7	-3.7
220	-49.5	-2.7	-48.6	-5.6
230	-50.6	-3.8	-52.7	-9.7
240	-51.7	-4.9	-57.2	-14.2
250	-52.4	-5.6	-59	-16
260	-52.8	-6	-56.4	-13.4
270	-53	-6.2	-57.1	-14.1
280	-53.7	-6.9	-53	-10
290	-53.7	-6.9	-49.7	-6.7
300	-54.4	-7.6	-46.7	-3.7
310	-56	-9.2	-45	-2
320	-55.3	-8.5	-44.8	-1.8
330	-52.1	-5.3	-44.8	-1.8
340	-52.4	-5.6	-44.5	-1.5
350	-55.7	-8.9	-43.8	-0.8

Sumber : Pengujian



Gambar 5.6 Diagram polar pola radiasi horizontal antenna uji ($\phi = 0^\circ$)
 Sumber : Pengujian



Gambar 5.7 Diagram polar pola radiasi vertikal antenna uji Pola radiasi vertikal ($\phi = 90^\circ$)
 Sumber : Pengujian

5.5.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan tabel 5.4 dapat digambarkan bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan pada diagram polar. Gambar 5.6 dan gambar 5.7 merupakan gambar pola radiasi antenna uji pada frekuensi 900 MHz. Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan adalah *directional*.

5.6 Analisis Perbandingan Parameter Antena Mikrostrip Berdasarkan Hasil Simulasi dan Pengukuran

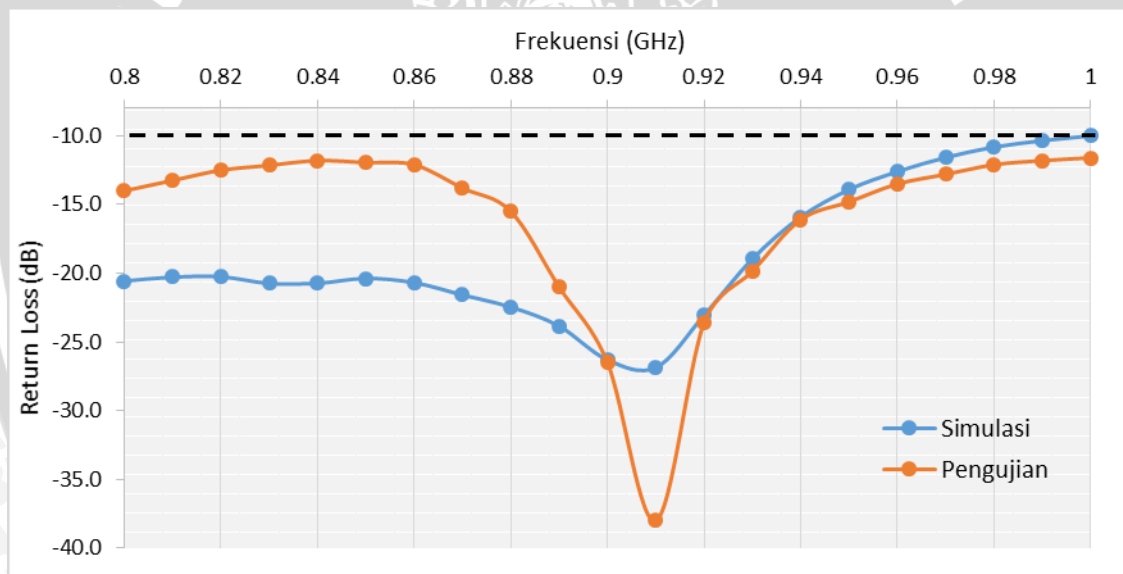
Parameter hasil simulasi dan pengukuran antena mikrostrip *array* tiga elemen dinyatakan sebagai berikut.

Tabel 5.5 Tabulasi Perbandingan Parameter Antena Hasil Simulasi dan Pengujian

Parameter Antena		Hasil Simulasi	Hasil Pengujian
<i>Bandwidth</i>	Rentang Frekuensi (MHz)	800 – 1000	800 – 1000
<i>Gain</i>	Nilai <i>Gain</i> (dB)	6.03	8.85
Polarisasi		linier	linier
Pola Radiasi	Jenis Pola Radiasi	<i>bidirectional</i>	<i>bidirectional</i>

Sumber: Simulasi dan Pengujian

a. *Bandwidth*



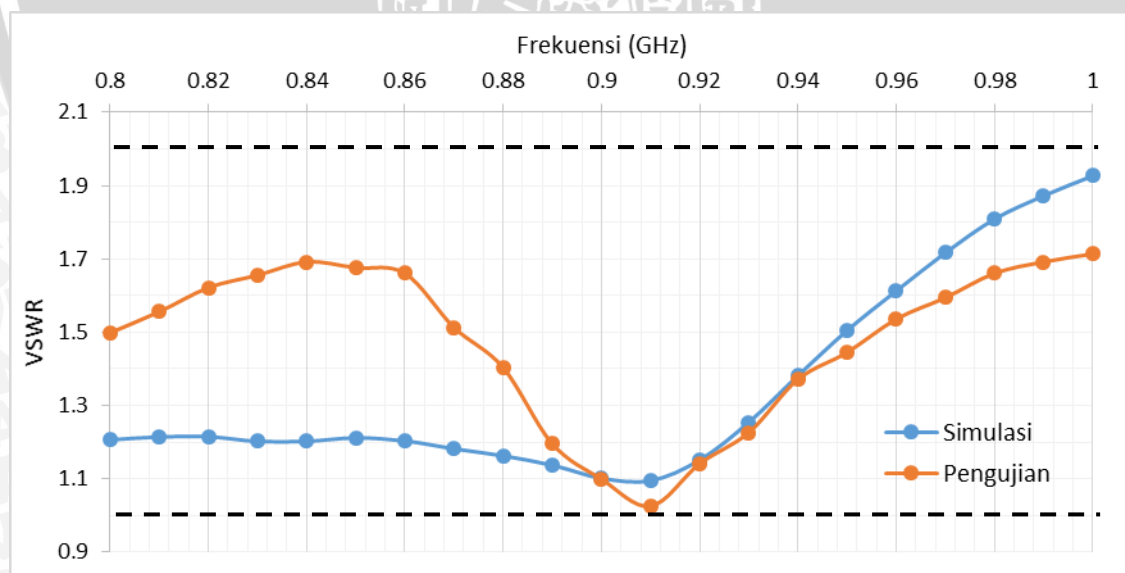
Grafik 5.4 Return Loss Loss Antena Uji Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber: Simulasi dan Pengujian

Tabel 5.6 Perbandingan *Return Loss* Antena Uji Hasil Simulasi dan Pengujian

frekuensi (GHz)	Simulasi (dB)	Pengujian (dB)
0.8	-20.5697	-14.0000
0.81	-20.2780	-13.2500
0.82	-20.2527	-12.5000
0.83	-20.7339	-12.1500
0.84	-20.7305	-11.8000
0.85	-20.3745	-11.9500
0.86	-20.6835	-12.1000
0.87	-21.5780	-13.8000
0.88	-22.4602	-15.5000
0.89	-23.8397	-21.0000
0.9	-26.2983	-26.5000
0.91	-26.8608	-38.0000
0.92	-23.0503	-23.6000
0.93	-18.9482	-19.8500
0.94	-15.9014	-16.1000
0.95	-13.9140	-14.8000
0.96	-12.5948	-13.5000
0.97	-11.5728	-12.8000
0.98	-10.8143	-12.1000
0.99	-10.3507	-11.8000
1	-10.0000	-11.6000

Sumber: Simulasi dan Pengujian

**Grafik 5.5** Grafik VSWR Antena Uji Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber: Simulasi dan Pengujian

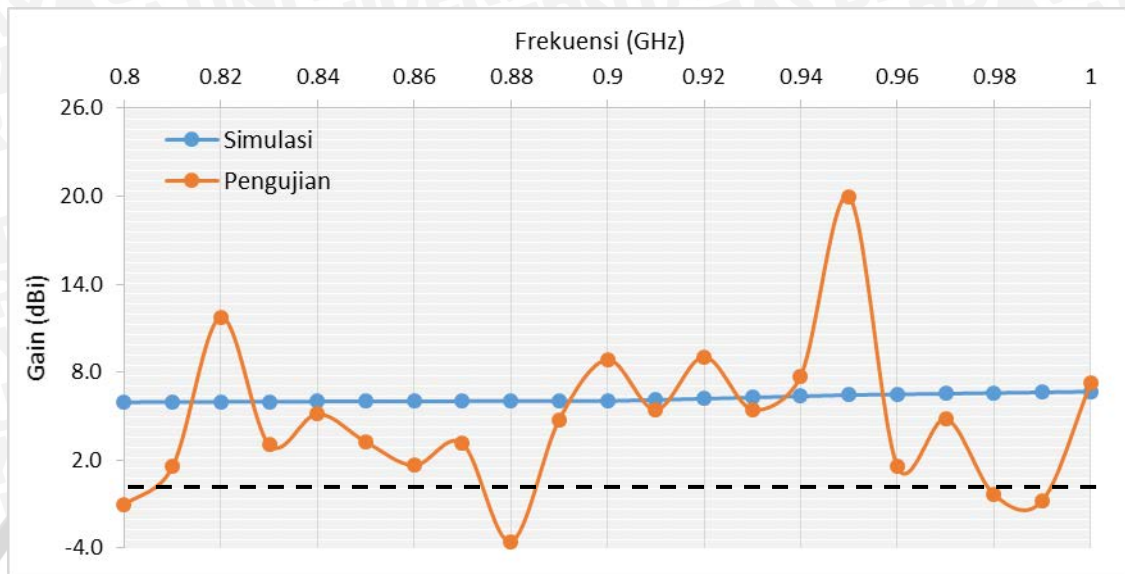
Tabel 5.7 Perbandingan VSWR Antena Uji Hasil Simulasi dan Pengujian

frekuensi (GHz)	Simulasi	Pengujian
0.8	1.2066	1.4985
0.81	1.2144	1.5560
0.82	1.2151	1.6217
0.83	1.2023	1.6556
0.84	1.2024	1.6919
0.85	1.2118	1.6761
0.86	1.2036	1.6607
0.87	1.1819	1.5131
0.88	1.1629	1.4035
0.89	1.1373	1.1957
0.9	1.1017	1.0993
0.91	1.0950	1.0255
0.92	1.1514	1.1415
0.93	1.2544	1.2265
0.94	1.3817	1.3716
0.95	1.5047	1.4449
0.96	1.6128	1.5360
0.97	1.7168	1.5943
0.98	1.8087	1.6607
0.99	1.8723	1.6919
1	1.9267	1.7138

Sumber: Simulasi dan Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian dan simulasi, nilai VSWR serta *Return Loss* yang di dapat menunjukkan sedikit perbedaan. Namun, antena sudah dapat bekerja dengan optimal pada frekuensi 900 MHz.

b. Gain



Grafik 5.6 Gain antenna *array* tiga elemen hasil simulasi dan pengujian
 Sumber: Simulasi dan Pengujian

Tabel 5.8 Perbandingan *Gain* Hasil Simulasi dan Pengujian

frekuensi (GHz)	Simulasi (dBi)	Pengujian (dBi)
0.80	5.9573	-1.05
0.81	5.9698	1.55
0.82	5.9821	11.75
0.83	5.9945	3.05
0.84	6.0069	5.15
0.85	6.0193	3.25
0.86	6.0220	1.65
0.87	6.0246	3.15
0.88	6.0272	-3.55
0.89	6.0298	4.75
0.90	6.0324	8.85
0.91	6.1150	5.45
0.92	6.1976	9.05
0.93	6.2802	5.45
0.94	6.3628	7.75
0.95	6.4454	19.95
0.96	6.4913	1.55
0.97	6.5373	4.85
0.98	6.5833	-0.35
0.99	6.6292	-0.75
1.00	6.6752	7.25

Sumber: Simulasi dan Pengujian

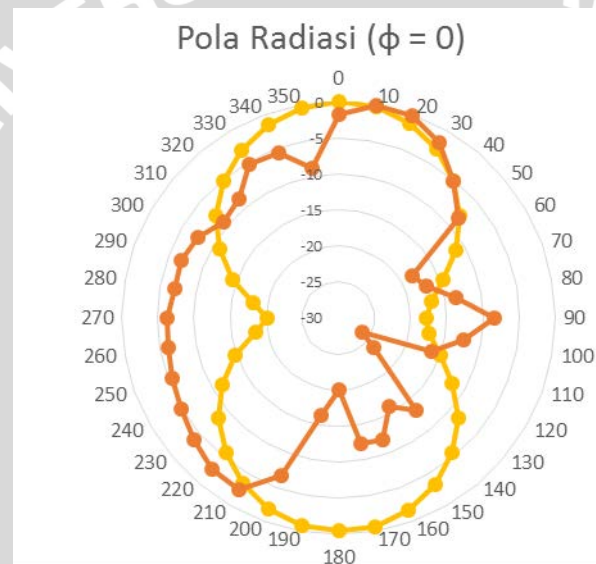


Dari Tabel 5.8 dan Grafik 5.6 di atas terdapat perbedaan antara *gain* hasil simulasi dan pengujian. Hasil simulasi menunjukkan nilai *gain* antenna bernilai positif pada seluruh rentang frekuensi. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa *gain* antenna bernilai positif hanya pada frekuensi 890-970 MHz.

c. Polarisasi

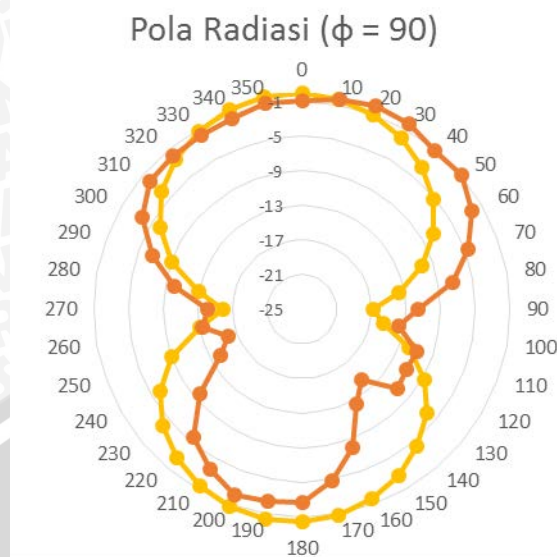
Axial ratio yang ditunjukkan pada hasil simulasi adalah 40 dB pada frekuensi 900 MHz yang menunjukkan bahwa polarisasi yang di miliki adalah linier. Sedangkan polarisasi berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada diagram polar yang menunjukkan bahwa antenna mikrostrip *array* tiga elemen memiliki polarisasi linier.

d. Pola Radiasi



Gambar 5.8 Pola radiasi horizontal $\Phi=0^\circ$ antenna mikrostrip hasil simulasi dan hasil pengujian

Sumber : Simulasi dan Pengujian



Gambar 5.9 Pola radiasi Vertikal $\Phi=90^\circ$ antena mikrostrip hasil simulasi dan hasil pengujian

Sumber: Simulasi dan Pengujian

Hasil simulasi dan pengujian menunjukkan bahwa antena mikrostrip antena mikrostrip *array* tiga elemen memiliki pola radiasi bidireksional.

5.7 Pengukuran Kinerja *Rectenna*

Setelah pengukuran antena, maka selanjutnya akan dilakukan pengukuran kinerja *output* dari *rectenna* itu sendiri. Pengukuran kali ini akan menggunakan rangkaian *rectifier* yang diintegrasikan dengan antena uji yang telah di fabrikasi. Pengukuran ini tidak menggunakan inputan dari *Function Generator* tetapi akan menggunakan inputan frekuensi antena pemancar GSM 900 MHz, yang sesuai dengan spesifikasi antena penerima yaitu antena GSM 900 MHz. Sedangkan tegangan keluaran (*output*) *rectenna* ini akan diukur dengan menggunakan *multimeter digital*.

5.7.1 Alat-alat yang Digunakan

Peralatan yang perlu dipersiapkan untuk melakukan pengukuran kinerja *rectenna*, antara lain:

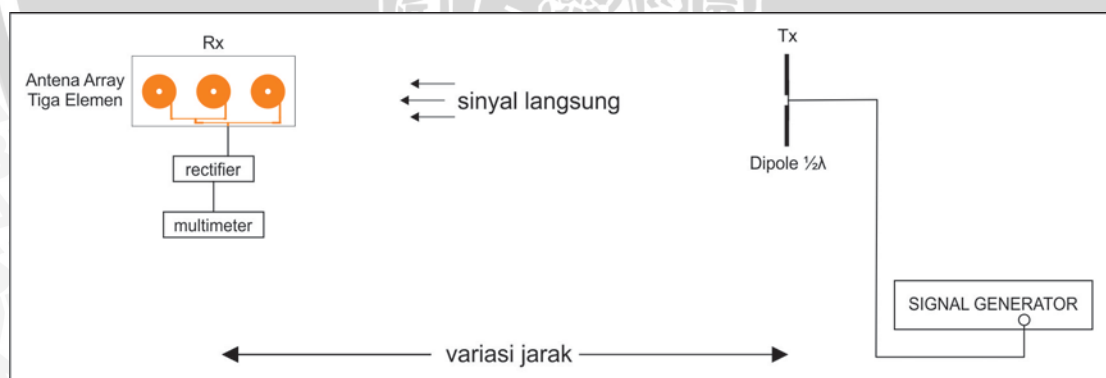
1. *Rectenna (rectifier antenna)*
2. Antena *dipole* $1/2\lambda$
3. *Signal Generator*
4. Konektor SMA
5. *Adapter* SMA to SMA

6. Tiang penyangga
7. *Digital Multimeter*

5.7.2 Prosedur Pengukuran

Berikut ini merupakan langkah-langkah pengukuran kinerja dari *rectenna*, antara lain:

1. Memasang antena *dipole* $\lambda/2$ sebagai antena pemancar GSM 900 MHz dengan menghubungkannya ke *signal generator* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U.
2. Memasang antena uji sebagai antena penerima kemudian menghubungkannya ke rangkaian *rectifier*, seperti ditunjukkan pada gambar 5.10.
3. Menghubungkan kaki LED pada rangkaian *rectifier* pada *digital multimeter*, untuk mengetahui tegangan.
4. Mengaktifkan *Signal Generator*, kemudian mengaturnya pada frekuensi 900 MHz.
5. Mengukur tegangan *output* DC yang dihasilkan dengan bervariasi jarak antara rangkaian *rectenna* dengan antena pemancar GSM.

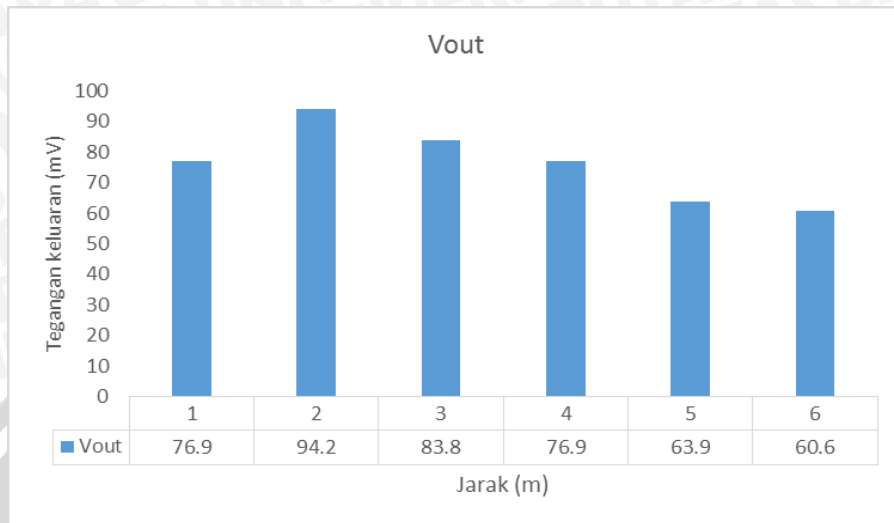


Gambar 5.10 Rangkaian Pengukuran *Rectenna*
Sumber: Pengujian

5.7.3 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran tegangan keluaran dari *rectifier* berupa tegangan DC yang akan diukur menggunakan *multimeter digital*. Pengukuran dilakukan enam kali dimana setiap pengukuran, jarak antara *rectenna* dan antena pemancar yang di

tentukan mulai dari sejauh 1 meter sampai dengan 6 meter. Hasil tegangan keluaran yang dicatat adalah dimana multimeter menunjukkan kondisi yang stabil.

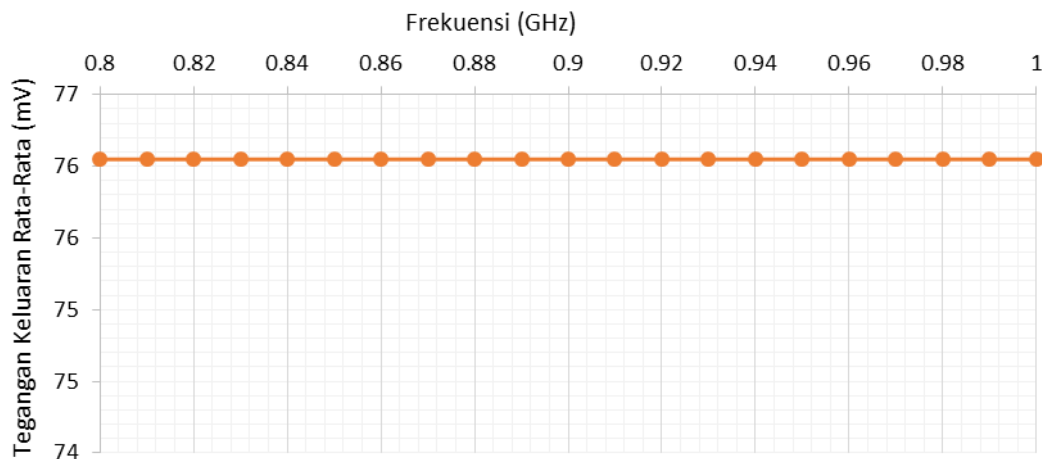


Grafik 5.7 Hasil Tegangan Keluaran *Rectenna*
Sumber: Pengujian

Tabel 5.9 Perbandingan *Gain* Hasil Pengujian dengan Tegangan Keluaran *Rectenna*

frekuensi (GHz)	Pengujian (dBi)	Rata-rata tegangan keluaran (mV)
0.80	-1.05	76.05
0.81	1.55	76.05
0.82	11.75	76.05
0.83	3.05	76.05
0.84	5.15	76.05
0.85	3.25	76.05
0.86	1.65	76.05
0.87	3.15	76.05
0.88	-3.55	76.05
0.89	4.75	76.05
0.90	8.85	76.05
0.91	5.45	76.05
0.92	9.05	76.05
0.93	5.45	76.05
0.94	7.75	76.05
0.95	19.95	76.05
0.96	1.55	76.05
0.97	4.85	76.05
0.98	-0.35	76.05
0.99	-0.75	76.05
1.00	7.25	76.05

Sumber: Pengujian



Grafik 5.8 Tegangan Keluaran Rectenna Terhadap Frekuensi
Sumber: Pengujian

5.7.4 Analisis

Hasil konversi tegangan DC terbaik yang dilakukan oleh *rectenna* adalah pada jarak 2 meter didepan antenna pemancar yaitu sebesar 94.2 mV. Dengan tegangan rata-rata *rectenna* sebesar 76.05 mV. Dari grafik 5.7 dapat disimpulkan bahwa jarak antara antenna pemancar dengan *rectenna* berpengaruh pada *input rectifier*, sehingga mempengaruhi *output rectifier*.