

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN ANTENA MIKROSTRIP *CIRCULAR PATCH ARRAY* EMPAT ELEMEN DENGAN KONFIGURASI *SYMMETRY PARALLEL FEED NETWORK*

5.1 Pendahuluan

Untuk mengetahui karakteristik antena mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network* yang telah dirancang dan dibuat, maka dilakukan pengukuran terhadap parameter-parameter antena tersebut terhadap frekuensi kerjanya. Selanjutnya, dari pengukuran parameter-parameter antena yang didapat akan dilakukan analisis.

Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan data-data karakteristik antena yang telah dibuat. Dalam hal ini pengukuran yang dilakukan meliputi :

- Pengukuran *Return Loss*, koefisien pantul dan perhitungan *VSWR*
- Pengukuran *gain* antena
- Pengukuran pola radiasi
- Pengukuran polarisasi

Pengukuran parameter-parameter tersebut dilakukan di Laboratorium Sistem Transmisi Program Studi Teknik Teekomunikasi POLTEK Negeri Malang. Selain keempat pengukuran diatas, dari data pengukuran *VSWR* didapatkan perhitungan *Bandwidth* antena sedangkan pada data hasil pengukuran pola radiasi didapatkan perhitungan *Directivity*

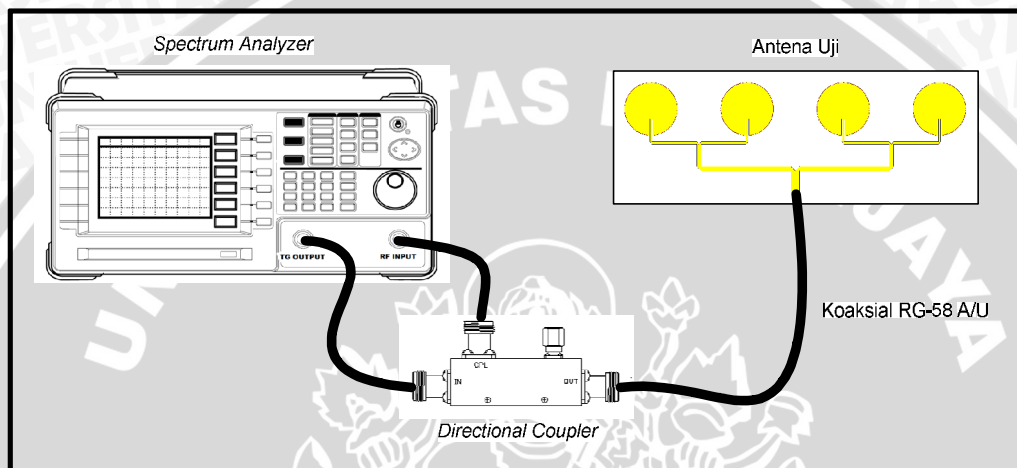
5.2 Pengukuran *Return Loss*, Koefisien Pantul dan Perhitungan *VSWR*

5.2.1 Alat-alat yang digunakan

- *GW Instek Spectrum Analyzer 2,7 GHz*
- *Directional Coupler*
- Antena uji
- Kabel koaksial RG-58A/U
- Kabel adapter *N to BNC*

5.2.2 Prosedur Pengukuran

1. Menghidupkan alat ukur *spectrum analyzer* yang telah tersambung dengan *directional coupler* dan mengaturnya sesuai dengan kebutuhan pengukuran.
2. Menghubungkan kabel koaksial RG-58A/U dengan alat ukur *spectrum analyzer*.
3. Mengkalibrasi alat ukur *spectrum analyzer* yang telah dihubungkan kabel koaksial RG-58A/U.
4. Menghubungkan ujung lain kabel koaksial RG-58A/U dengan antenna uji (antena mikrostrip) sehingga terbentuk rangkaian seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Rangkaian Pengukuran Return Loss

Sumber: Pengujian

5. Mengatur alat ukur *spectrum analyzer* pada range frekuensi 1000 MHz – 2700 MHz.
6. Mencatat nilai *Return Loss* yang ditunjukkan oleh alat ukur *spectrum analyzer* pada range frekuensi 2300 MHz - 2700 MHz.
7. Dengan persamaan 2-25 dan 2-26, diperoleh besarnya nilai koefisien pantul dan *VSWR* untuk setiap frekuensi yang diukur.

5.2.3 Hasil Pengukuran

Dengan menggunakan persamaan 2-25 dan 2-26, dapat dihitung besarnya koefisien pantul dan *VSWR* antenna untuk setiap frekuensi yang didapat dari hasil pengukuran *return loss*.

5.2.3.1 Perhitungan koefisien pantul dan *VSWR*

$$f = 2450 \text{ MHz}$$

$$RL = -33,95 \text{ dB}$$

$$RL = 20 \log \Gamma \text{ (dB)}, \Gamma = 0,02$$

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} = \frac{1+0,02}{1-0,02} = 1,04$$

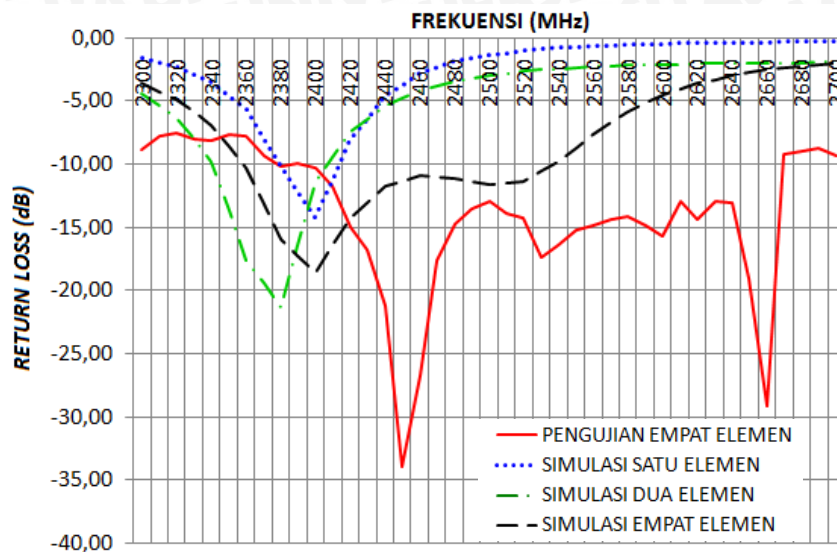
Dengan cara perhitungan yang sama, data hasil pengukuran *Return Loss*, koefisien pantul dan *VSWR* antenna mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network* dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengukuran *Return Loss*, perhitungan koefisien pantul dan perhitungan *VSWR* antenna uji

Sumber: Pengujian

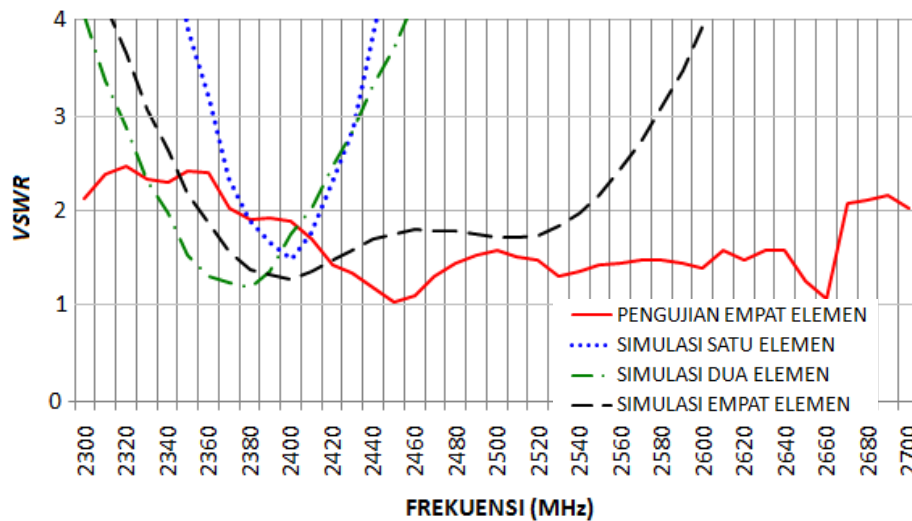
NO	FREKUENSI (MHz)	RL (dB)	KOEFISIEN PANTUL	VSWR
1	2300	-8,90	0,36	2,12
2	2310	-7,80	0,41	2,37
3	2320	-7,50	0,42	2,46
4	2330	-7,98	0,40	2,33
5	2340	-8,11	0,39	2,30
6	2350	-7,70	0,41	2,40
7	2360	-7,75	0,41	2,39
8	2370	-9,40	0,34	2,03
9	2380	-10,15	0,31	1,90
10	2390	-10,00	0,32	1,92
11	2400	-10,30	0,31	1,88
12	2410	-11,70	0,26	1,70
13	2420	-15,00	0,18	1,43
14	2430	-16,80	0,14	1,34
15	2440	-21,20	0,09	1,19
16	2450	-33,95	0,02	1,04
17	2460	-26,70	0,05	1,10
18	2470	-17,63	0,13	1,30
19	2480	-14,76	0,18	1,45
20	2490	-13,59	0,21	1,53
21	2500	-13,00	0,22	1,58
22	2510	-13,90	0,20	1,51
23	2520	-14,30	0,19	1,48
24	2530	-17,40	0,13	1,31
25	2540	-16,40	0,15	1,36
26	2550	-15,20	0,17	1,42
27	2560	-14,90	0,18	1,44
28	2570	-14,40	0,19	1,47
29	2580	-14,20	0,19	1,48
30	2590	-14,90	0,18	1,44
31	2600	-15,70	0,16	1,39
32	2610	-12,98	0,22	1,58
33	2620	-14,40	0,19	1,47
34	2630	-12,90	0,23	1,59
35	2640	-13,05	0,22	1,57
36	2650	-19,10	0,11	1,25
37	2660	-29,20	0,03	1,07
38	2670	-9,20	0,35	2,06
39	2680	-8,95	0,36	2,11
40	2690	-8,70	0,37	2,16
41	2700	-9,40	0,34	2,03

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



Grafik 5.1 Grafik fungsi *Return Loss* antenna uji terhadap frekuensi

Sumber: Hasil Pengujian



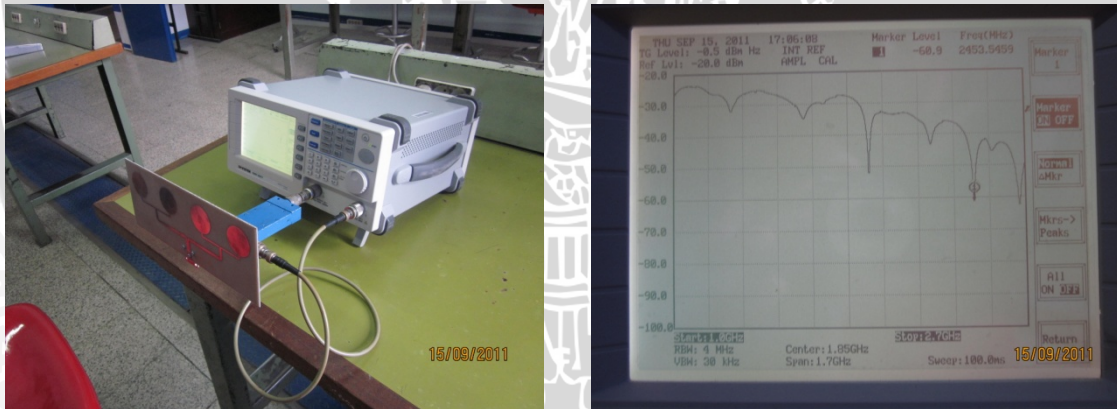
Grafik 5.2 Grafik fungsi *VSWR* antenna uji terhadap frekuensi

Sumber : Hasil Pengujian

5.2.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran, antenna mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network* ini memiliki nilai *return loss* dan *VSWR* yang memenuhi parameter kerja antenna yang dianggap baik. Pada pita frekuensi *WLAN* dengan standar 802.11g, yaitu antara frekuensi 2400 MHz hingga 2483 MHz antenna bekerja maksimum pada frekuensi 2450 MHz dimana memiliki nilai *return loss* sebesar -33,95 dB, koefisien pantul sebesar 0,02, dan nilai *VSWR* sebesar 1,04. Sedangkan pada frekuensi 2400 MHz memiliki nilai *return loss* sebesar -10,30 dB, koefisien pantul sebesar 0,31, nilai *VSWR* sebesar 1,88 serta pada frekuensi 2480 MHz memiliki nilai *return loss*, koefisien pantul dan *VSWR* berturut-turut sebesar -14,76 dB, 0,13 dan 1,30.

Hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan hasil simulasi. Pada simulasi, di rentang frekuensi 2400 hingga 2483 antenna bekerja maksimum pada frekuensi 2400 MHz. Walaupun hasil yang diperoleh saat simulasi dengan hasil yang didapat saat pengukuran terdapat perbedaan namun antenna ini sudah dapat dikatakan mampu bekerja maksimum pada frekuensi kerja yang direncanakan karena perbedaan yang ada tidak terlalu signifikan.



Gambar 5.2 Pengukuran *Return Loss*

Sumber: Pengujian

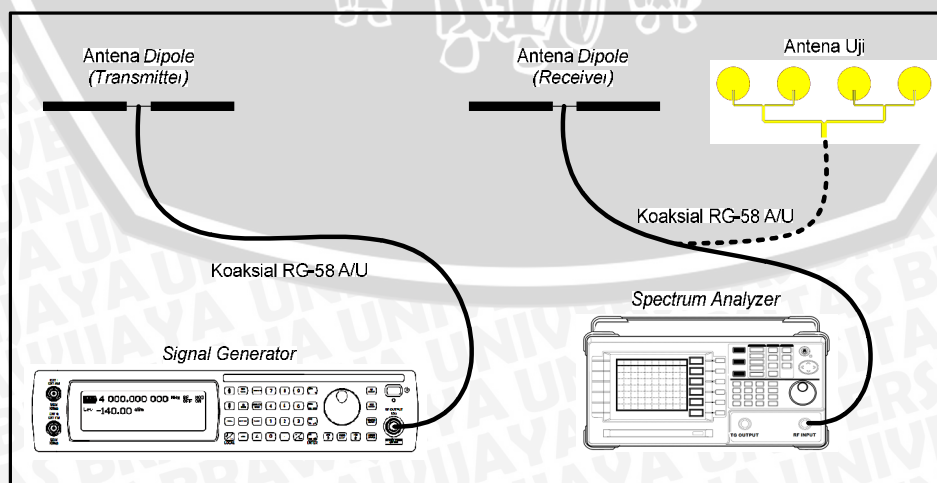
5.3 Pengukuran *Gain* Antena

5.3.1 Alat-alat yang digunakan

- Aeroflex IFR 3413 *Signal Generator* 250 kHz - 3 GHz
- GW Instek *Spectrum Analyzer* 2,7 GHz
- Dua buah antena standar dipole $\frac{1}{2}\lambda$
- Antena uji
- Kabel adapter N to BNC
- Dua buah tiang penyangga

5.3.2 Prosedur Pengukuran

1. Merangkai peralatan seperti pada Gambar 5.3
2. Satu antena *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ dipasang sebagai antena pemancar dan satu antena *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ dipasang sebagai antena referensi pada sisi penerima. Kedua antena ini harus dipasang sejajar.
3. *Signal generator* diatur pada frekuensi awal 2400 MHz dan catat daya antena *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ yang terukur pada *spectrum analyzer*.
4. Naikkan frekuensi pada *signal generator* dengan *step* kenaikan sebesar 5 MHz dan catat hasilnya pada tiap perubahan frekuensi hingga frekuensi 2600 MHz.
5. Antena *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ pada penerima (referensi) diganti dengan antena uji hasil perancangan (antena mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network*).
6. Mengulangi langkah 4 dan 5.



Gambar 5.3 Rangkaian Pengukuran *Gain* Antena

Sumber: Pengujian

5.3.3 Hasil Pengukuran

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 2-21.

5.3.3.1 Perhitungan *Gain*

Gain antenna uji pada frekuensi 2400 MHz sesuai hasil pengukuran pada Tabel 5.2 adalah:

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

$$G = 2,15 + (-54,6) - (-56,7)$$

$$G = 4,25 \text{ dBi}$$

Untuk hasil perhitungan *gain* antenna uji di tiap frekuensi yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.2.



Tabel 5.2 Hasil pengukuran *Gain* Antena uji

Sumber: Hasil Pengujian

No	Frekuensi (MHz)	PENGUJIAN			SIMULASI
		P ref (dBm)	P antena uji (dBm)	Gain (dBi)	Gain(dBi)
1	2400	-56,70	-54,60	4,25	6,96
2	2405	-56,30	-53,60	4,85	6,89
3	2410	-55,20	-53,90	3,45	6,82
4	2415	-55,60	-52,70	5,05	6,75
5	2420	-54,10	-51,40	4,85	6,68
6	2425	-53,10	-51,80	3,45	6,61
7	2430	-54,50	-51,90	4,75	6,54
8	2435	-55,20	-52,80	4,55	6,47
9	2440	-56,00	-53,50	4,65	6,40
10	2445	-58,10	-55,20	5,05	6,33
11	2450	-63,70	-59,70	6,15	6,26
12	2455	-67,40	-57,70	11,85	6,19
13	2460	-66,20	-56,10	12,25	6,12
14	2465	-62,50	-57,20	7,45	6,05
15	2470	-61,30	-58,10	5,35	5,98
16	2475	-61,40	-59,40	4,15	5,91
17	2480	-65,30	-62,30	5,15	5,84
18	2485	-67,10	-59,50	9,75	5,77
19	2490	-73,20	-58,70	16,65	5,70
20	2495	-69,00	-55,70	15,45	5,63
21	2500	-62,10	-55,50	8,75	5,56
22	2505	-60,20	-55,10	7,25	5,39
23	2510	-61,40	-57,40	6,15	5,22
24	2515	-63,90	-58,10	7,95	5,05
25	2520	-62,30	-56,70	7,75	4,87
26	2525	-62,00	-57,40	6,75	4,70
27	2530	-65,40	-58,20	9,35	4,53
28	2535	-68,10	-58,70	11,55	4,36
29	2540	-67,40	-56,30	13,25	4,19
30	2545	-64,90	-53,70	13,35	4,01
31	2550	-59,90	-54,90	7,15	3,84
32	2555	-58,00	-54,90	5,25	3,67
33	2560	-61,00	-55,30	7,85	3,50
34	2565	-74,00	-55,10	21,05	3,22
35	2570	-64,90	-55,60	11,45	2,94
36	2575	-62,90	-56,90	8,15	2,66
37	2580	-61,20	-59,60	3,75	2,38
38	2585	-58,90	-59,80	1,25	2,10
39	2590	-58,50	-60,60	0,05	1,82
40	2595	-58,70	-56,70	4,15	1,54
41	2600	-57,70	-57,90	1,95	1,26

5.3.4 Analisis Hasil Pengukuran

Pada pengukuran ini, yang digunakan sebagai antenna referensi adalah antenna dipole $\frac{1}{2}\lambda$ dengan nilai *gain* standar 2,15 dBi.

Pada frekuensi perencanaan antenna yaitu 2400 MHz – 2483 MHz antenna memiliki nilai *gain* yang bernilai lebih besar dari 3 dBi. Nilai *gain* maksimum yang terukur pada rentang frekuensi ini adalah sebesar 12,25 dBi, tepatnya berada di frekuensi 2460 MHz.

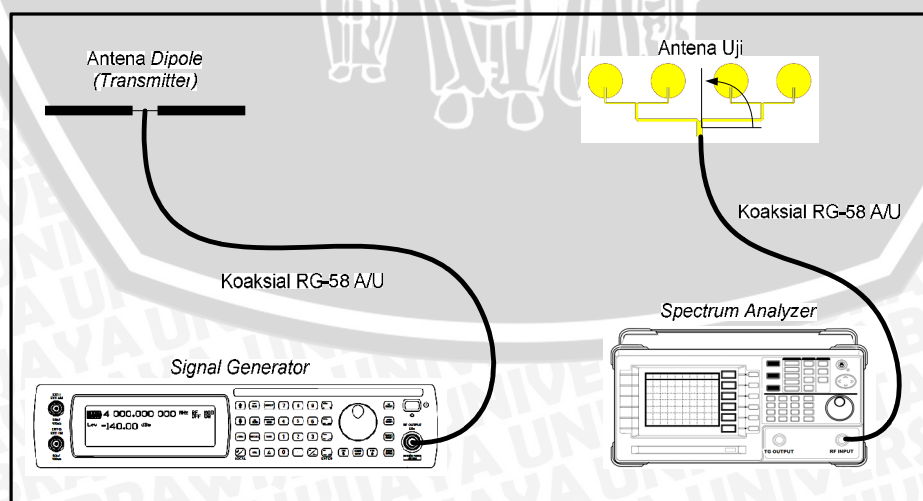
5.4 Pengukuran Polarisasi

5.4.1 Alat-alat yang digunakan

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



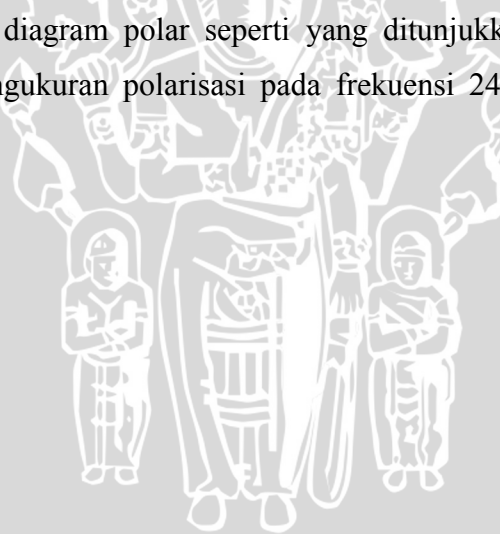
Gambar 5.4 Rangkaian Pengukuran *Polarisasi* Antena

Sumber: Pengujian

2. Memasang antenna uji (antenna mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network*) sebagai antenna penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.4.
3. Memosisikan antenna pemancar sejajar dengan antenna uji, kemudian mengatur *signal generator* pada frekuensi 2400 MHz.
4. Memutar antenna uji pada sumbu horizontal antenna, dari 0° sampai 360° dengan interval 10° , dan mencatat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran.
5. Menghitung harga normalisasi untuk tiap sudut putarnya.

5.4.3 Hasil Pengukuran

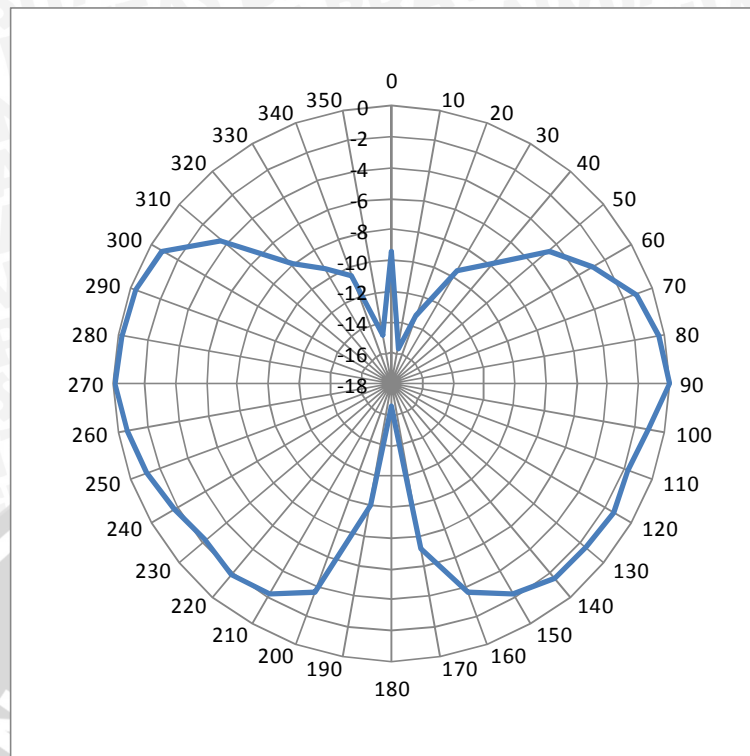
Berdasarkan hasil pengukuran polarisasi yang dilakukan, maka diperoleh nilai daya yang diterima oleh antenna uji yang diputar 10° pada sumbu horizontal. Nilai daya yang diterima tersebut kemudian dinormalisasi, sehingga data hasil pengukuran dapat diubah ke dalam bentuk diagram polar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5. Sedangkan data hasil pengukuran polarisasi pada frekuensi 2400 MHz dapat dilihat dalam Tabel 5.3 berikut.



Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Polarisasi pada Frekuensi 2400 MHz

Sumber: Pengujian

NO	SUDUT (derajat)	LEVEL TERIMA (dBm)	Normalisasi
1	0	-65,80	-9,40
2	10	-72,10	-15,70
3	20	-69,70	-13,30
4	30	-65,90	-9,50
5	40	-64,30	-7,90
6	50	-61,10	-4,70
7	60	-59,30	-2,90
8	70	-57,50	-1,10
9	80	-56,80	-0,40
10	90	-56,40	0,00
11	100	-57,50	-1,10
12	110	-58,10	-1,70
13	120	-57,80	-1,40
14	130	-57,90	-1,50
15	140	-58,00	-1,60
16	150	-58,70	-2,30
17	160	-60,00	-3,60
18	170	-63,60	-7,20
19	180	-73,00	-16,60
20	190	-66,40	-10,00
21	200	-60,00	-3,60
22	210	-58,70	-2,30
23	220	-58,20	-1,80
24	230	-58,60	-2,20
25	240	-58,10	-1,70
26	250	-57,50	-1,10
27	260	-57,00	-0,60
28	270	-56,50	-0,10
29	280	-56,60	-0,20
30	290	-56,70	-0,30
31	300	-57,20	-0,80
32	310	-60,00	-3,60
33	320	-64,30	-7,90
34	330	-65,80	-9,40
35	340	-66,90	-10,50
36	350	-71,20	-14,80



Gambar 5.5 Diagram polar Polarisasi antenna uji

Sumber: Pengujian

5.4.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan data hasil pengukuran polarisasi pada Tabel 5.3, dengan mengubah data nilai daya yang telah dinormalisasi ke dalam bentuk diagram polar, maka dapat diketahui bentuk polarisasi antenna yang diuji. Bentuk polarisasi antenna mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network* pada frekuensi 2400 MHz dapat dilihat dalam Gambar 5.5. Dari Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa polarisasi antenna ini yaitu linier (horizontal).

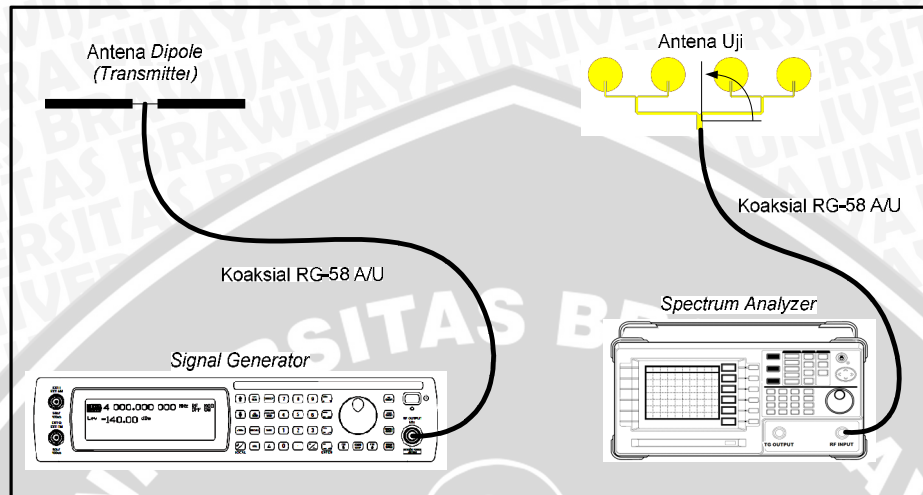
5.5 Pengujian Pola Radiasi

5.5.1 Alat-alat yang digunakan

- Aeroflex IFR 3413 *Signal Generator* 250 kHz - 3 GHz
- GW Instek *Spectrum Analyzer* 2,7 GHz
- Sebuah antenna standar *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ sebagai pemancar
- Antena uji
- Kabel adapter N to BNC
- Dua buah tiang penyangga yang salah satunya memiliki penanda sudut putar tiap kelipatan 10^0

5.5.2 Prosedur Pengukuran

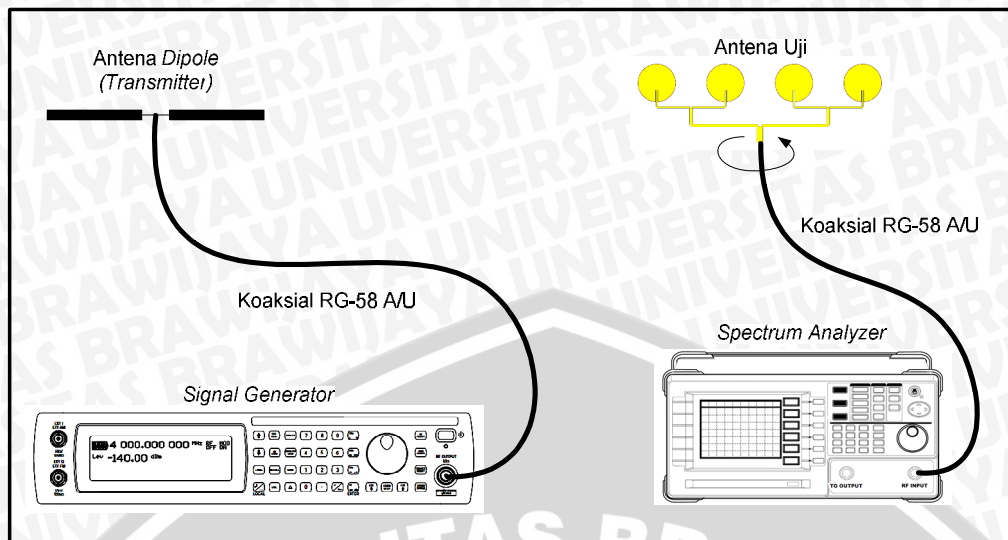
1. Memasang antenna *dipole* $\frac{1}{2}\lambda$ sebagai antenna pemancar dengan menghubungkannya ke *signal generator* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Rangkaian Pengukuran Pola Radiasi Horizontal antenna uji

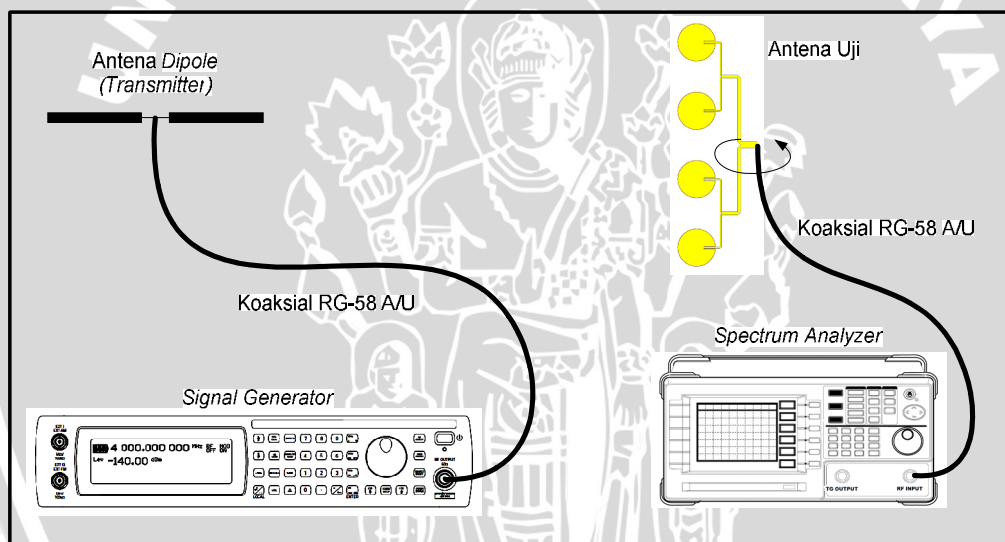
Sumber : Pengujian

2. Memasang antenna uji (antenna mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network*) sebagai antenna penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6.
3. Mengatur *signal generator* pada frekuensi 2400 MHz.
4. Memutar antenna uji dari 0° sampai 360° terhadap sumbu horizontal dengan interval 10° , 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. Mengulangi langkah 2.



Gambar 5.7 Rangkaian Pengukuran Pola Radiasi Vertikal antena uji untuk mendapatkan θ_1

Sumber : Pengujian



Gambar 5.8 Rangkaian Pengukuran Pola Radiasi Vertikal antena uji untuk mendapatkan θ_2

Sumber : Pengujian

7. Memutar antena uji dari 0° sampai 360° terhadap sumbu vertikal dengan interval 10° seperti tampak pada gambar 5.7 dan 5.8, serta mencatat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran untuk mendapatkan nilai pola radiasi vertikal.
8. Mengulangi langkah 5 untuk mendapatkan nilai pola radiasi vertikal.

5.5.3 Hasil Pengukuran

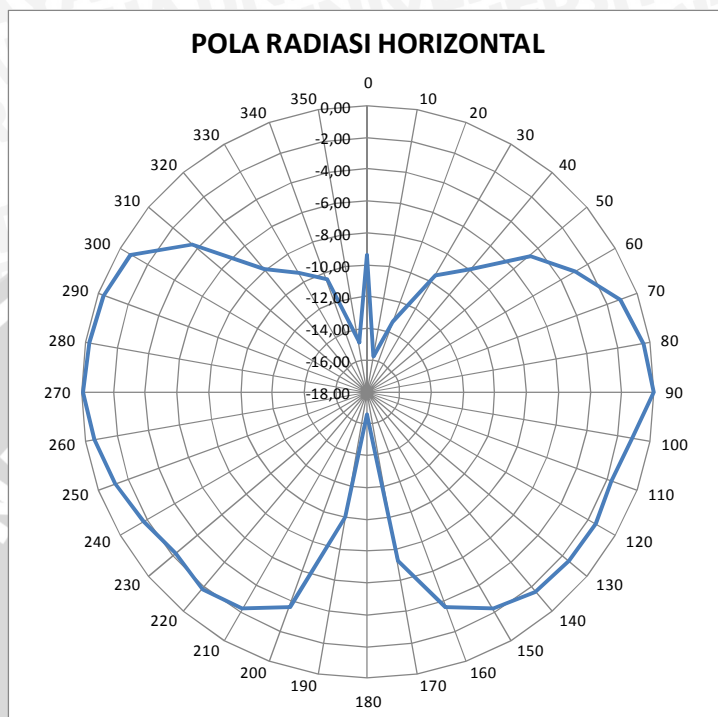
Berdasarkan hasil pengukuran pola radiasi yang dilakukan, maka diperoleh nilai daya yang diradiasikan oleh antenna uji. Pola radiasi yang diperoleh yaitu Pola Radiasi Horizontal dan Pola Radiasi Vertikal. Data hasil pengukuran pola radiasi horizontal dan pola radiasi vertikal pada frekuensi 2400 MHz dapat dilihat di Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Hasil pengukuran Pola Radiasi pada antenna uji

Sumber: Pengujian

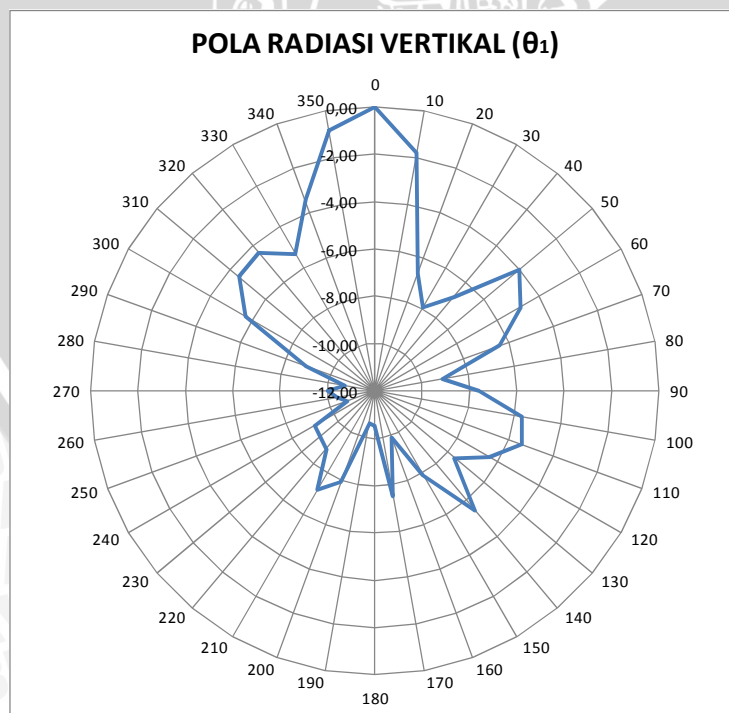
NO	SUDUT (derajat)	POLA RADIASI HORIZONTAL		POLA RADIASI VERTIKAL			
		LEVEL TERIMA (dBm)	Normalisasi	θ_1		θ_2	
				LEVEL TERIMA (dBm)	Normalisasi	LEVEL TERIMA (dBm)	Normalisasi
1	0	-65,80	-9,40	-65,80	0,00	-54,60	0,00
2	10	-72,10	-15,70	-67,60	-1,80	-55,80	-1,20
3	20	-69,70	-13,30	-72,50	-6,70	-56,70	-2,10
4	30	-65,90	-9,50	-73,70	-7,90	-58,90	-4,30
5	40	-64,30	-7,90	-72,60	-6,80	-60,00	-5,40
6	50	-61,10	-4,70	-69,80	-4,00	-60,10	-5,50
7	60	-59,30	-2,90	-70,70	-4,90	-61,80	-7,20
8	70	-57,50	-1,10	-72,20	-6,40	-64,50	-9,90
9	80	-56,80	-0,40	-74,90	-9,10	-69,00	-14,40
10	90	-56,40	0,00	-73,40	-7,60	-75,50	-20,90
11	100	-57,50	-1,10	-71,50	-5,70	-71,20	-16,60
12	110	-58,10	-1,70	-71,20	-5,40	-67,60	-13,00
13	120	-57,80	-1,40	-72,20	-6,40	-73,10	-18,50
14	130	-57,90	-1,50	-73,40	-7,60	-68,80	-14,20
15	140	-58,00	-1,60	-71,20	-5,40	-68,70	-14,10
16	150	-58,70	-2,30	-73,70	-7,90	-72,50	-17,90
17	160	-60,00	-3,60	-75,70	-9,90	-76,10	-21,50
18	170	-63,60	-7,20	-73,30	-7,50	-73,00	-18,40
19	180	-73,00	-16,60	-76,30	-10,50	-74,60	-20,00
20	190	-66,40	-10,00	-76,40	-10,60	-72,60	-18,00
21	200	-60,00	-3,60	-73,70	-7,90	-69,10	-14,50
22	210	-58,70	-2,30	-73,00	-7,20	-71,50	-16,90
23	220	-58,20	-1,80	-74,60	-8,80	-69,60	-15,00
24	230	-58,60	-2,20	-74,80	-9,00	-67,50	-12,90
25	240	-58,10	-1,70	-74,90	-9,10	-70,40	-15,80
26	250	-57,50	-1,10	-76,60	-10,80	-64,60	-10,00
27	260	-57,00	-0,60	-76,20	-10,40	-69,80	-15,20
28	270	-56,50	-0,10	-75,80	-10,00	-70,10	-15,50
29	280	-56,60	-0,20	-76,50	-10,70	-68,70	-14,10
30	290	-56,70	-0,30	-74,70	-8,90	-67,10	-12,50
31	300	-57,20	-0,80	-71,50	-5,70	-62,00	-7,40
32	310	-60,00	-3,60	-70,30	-4,50	-60,00	-5,40
33	320	-64,30	-7,90	-70,20	-4,40	-59,90	-5,30
34	330	-65,80	-9,40	-71,10	-5,30	-59,70	-5,10
35	340	-66,90	-10,50	-69,20	-3,40	-58,80	-4,20
36	350	-71,20	-14,80	-66,60	-0,80	-57,50	-2,90

Sedangkan pola radiasi vertikal dan pola radiasi horizontal antenna mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network* dapat dilihat pada Gambar 5.9, Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 berikut.



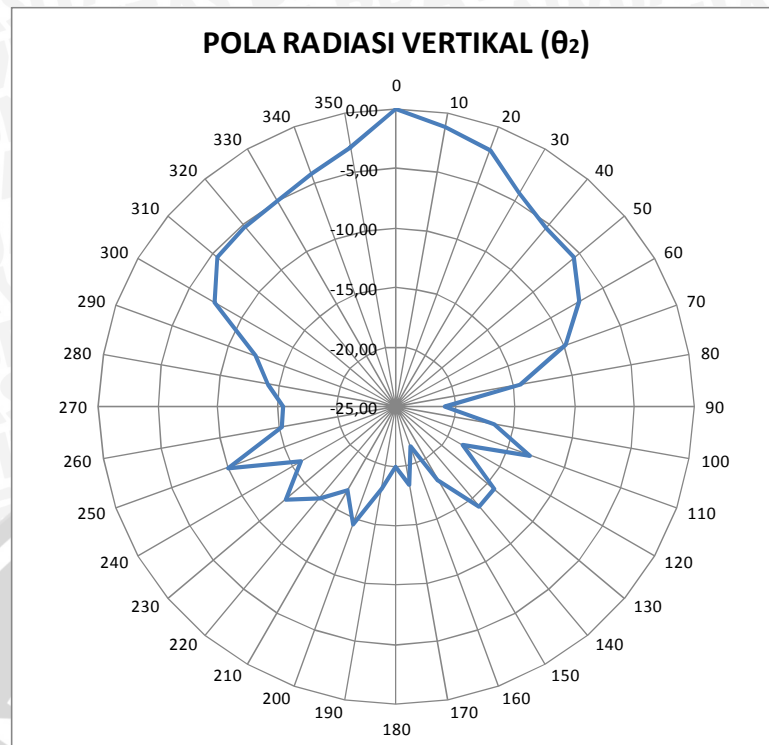
Gambar 5.9 Pola Radiasi Horizontal antenna uji

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 5.10 Pola Radiasi Vertikal (θ_1) antenna uji

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 5.11 Pola Radiasi Vertikal (θ_2) antena uji

Sumber : Hasil Pengujian

5.5.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan Tabel 5.4 dapat digambarkan bentuk pola radiasi antena hasil perancangan pada diagram polar. Gambar 5.9, Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 merupakan gambar pola radiasi antena uji pada frekuensi 2400 MHz. Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antena hasil perancangan (antena mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network*) adalah *unidirectional*, yaitu memiliki intensitas radiasi maksimum hanya pada satu arah tertentu saja.

Berdasarkan Gambar 5.10 dan Gambar 5.11, diperoleh nilai -3dB beamwidth pola radiasi untuk antena mikrostrip *circular patch array* empat elemen dengan konfigurasi *parallel feed network* berturut-turut $\theta_1 = 127^\circ$ dan $\theta_2 = 145^\circ$.

5.6 Perhitungan Keterarahan (*Directivity*)

Untuk mengetahui nilai keterarahan (*directivity*) antena yang diuji, dapat digunakan data hasil pengukuran pola radiasi.

5.6.1 Cara Perhitungan

Directivity dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2-14 :

$$D = 10 \log \frac{4\pi \left(\frac{180}{\pi}\right)^2}{\theta_1 \cdot \theta_2}$$

sehingga,

$$D = \frac{4\pi \left(\frac{180}{\pi}\right)^2 (\text{derajat}^2)}{\theta_1 \cdot \theta_2 (\text{derajat}^2)} = \frac{41252,96125}{\theta_1 \cdot \theta_2}$$

dengan :

$$D = \text{directivity}$$

$$\theta_1 = \text{lebar berkas daya pada bidang } xz \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\theta_2 = \text{lebar berkas daya pada bidang } yz \text{ (}^\circ\text{)}$$

5.6.2 Hasil Perhitungan

$$\theta_1 = 127^\circ$$

$$\theta_2 = 145^\circ$$

Maka,

$$D = \frac{41252,96125}{127^\circ \cdot 145^\circ}$$

$$= 2,24$$

$$D_{(dB)} = 10 \log 2,24$$

$$= 3,5 \text{ dB}$$

5.7 Perhitungan *Bandwidth*

Perhitungan *bandwidth* antena yang diuji dilakukan dengan cara menghitung selisih antara frekuensi atas dengan frekuensi bawah antena uji. Penentuan frekuensi atas dan frekuensi bawah antena dilakukan dengan cara menentukan frekuensi tertinggi dan terendah antena dimana masih memiliki nilai $VSWR \leq 2$ (Warren L. Stutzman, 1981) dan $RL \leq -10$ dB (Punit, 2004: 19).

Berdasarkan data hasil pengukuran *return loss* pada Tabel 5.1, antena ini memiliki frekuensi terendah pada frekuensi 2380 MHz dan frekuensi tertinggi pada frekuensi 2660 MHz. Sehingga *bandwidth* antena ini adalah:

$$B = f_u - f_l$$

$$B = 2660 \text{ MHz} - 2380 \text{ MHz} = 280 \text{ MHz}$$

Untuk mencari frekuensi tengah, maka digunakan Persamaan 2-28:

$$f_c = \frac{f_l + f_u}{2} = \frac{2380 \text{ MHz} + 2660 \text{ MHz}}{2} = 2520 \text{ MHz}$$

Bandwidth dalam persen sesuai Persamaan 2-27 adalah sebagai berikut:

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% = \frac{2660 \text{ MHz} - 2380 \text{ MHz}}{2520 \text{ MHz}} \times 100\% = 11,11\%$$

Bandwidth hasil pengukuran lebih besar jika dibandingkan dengan *bandwidth* dari hasil perancangan yang memiliki nilai sebesar 186,96 MHz.

5.8 Analisis Parameter-Parameter Antena

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan pada parameter-parameter antena yang meliputi pengukuran *return loss*, koefisien pantul, *VSWR*, *gain*, polarisasi, pola radiasi, *directivity* dan *bandwidth* antena uji yang akhirnya didapatkan karakteristik antena sebagai berikut:

Tabel 5.5 Karakteristik Antena Mikrostrip *Circular Patch Array* Empat Elemen dengan Konfigurasi *Parallel Feed Network*

Frekuensi kerja	2380 MHz - 2660 MHz
<i>Return Loss</i> minimum pada WLAN dengan standar 802.11g	-33,95 dB pada frekuensi 2450 MHz
Koefisien pantul minimum pada WLAN dengan standar 802.11g	0,02 pada frekuensi 2450 MHz
<i>VSWR</i> minimum pada WLAN dengan standar 802.11g	1,04 pada frekuensi 2450 MHz
<i>Gain</i> maksimum pada WLAN dengan standar 802.11g	12,25 dBi pada frekuensi 2460 MHz
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>
Polarisasi	Linier (Horizontal)
<i>Bandwidth</i>	280 MHz
<i>Directivity</i>	3,5 dB

Hasil pengukuran antenna Mikrostrip *Circular Patch Array* Empat Elemen dengan Konfigurasi *Parallel Feed Network* menunjukkan bahwa antenna ini memenuhi kriteria minimal sebuah antenna. Tabel 5.5 menunjukkan nilai *return loss* minimum sebesar -33,95 dB pada frekuensi 2450 MHz. Dengan nilai *RL* tersebut didapatkan bahwa besarnya koefisien pantul minimum sebesar 0,02 yang menunjukkan bahwa sekitar 98 % sinyal dari antenna diradiasikan.

VSWR minimum antenna sebesar 1,04 memenuhi hasil perencanaan bahwa nilai $1 \leq VSWR \leq 2$. *Gain* maksimum antenna ini pada aplikasi *WLAN* dengan standar 802.11g adalah sebesar 12,25 dBi, nilai *gain* berbeda-beda untuk setiap frekuensi. Pola radiasi antenna ini adalah *unidirectional* serta memiliki polarisasi linier (horizontal), berapapun frekuensi yang digunakan pada pengukuran, pola radiasi dan polarisasi akan tetap menunjukkan karakteristik yang sama. *Bandwidth* antenna ini adalah sebesar 280 MHz.

Dengan memperhatikan karakteristik antenna hasil fabrikasi, dapat dinyatakan bahwa antenna ini bisa digunakan untuk aplikasi *WLAN* 802.11g, karena nilai *return loss* dan *VSWR* yang sesuai dengan batas-batas yang diijinkan yaitu $VSWR \leq 2$ (Warren L. Stutzman, 1981) dan $RL \leq -10$ dB (Punit, 2004: 19), nilai *gain* pun sesuai dengan persyaratan umum antenna yaitu di atas 3 dBi. Nilai *bandwidth* juga lebih besar dari kebutuhan *bandwidth* antenna untuk aplikasi *WLAN* 802.11g yang hanya sebesar 83,5 MHz. Dengan melihat parameter-parameter tersebut dapat dikatakan bahwa antenna Mikrostrip *Circular Patch Array* Empat Elemen dengan Konfigurasi *Parallel Feed Network* hasil fabrikasi ini dapat bekerja baik pada frekuensi *WLAN* 802.11g.