

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi

Simulasi antena mikrostrip ini bertujuan untuk mengetahui kinerja antena yang akan difabrikasi, oleh karena itu simulasi ini akan menunjukkan parameter-parameter antena yang meliputi:

- a. *Return loss* (RL),
- b. *Voltage standing wave ratio* (VSWR),
- c. Polarisasi,
- d. *Gain*,
- e. *Bandwidth*, dan
- f. Pola Radiasi

Antena mikrostrip yang disimulasikan ada dua yaitu antena mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* dan antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*, masing-masing antena dianalisis keenam parameter tersebut. Simulasi untuk kedua antena menggunakan frekuensi *center* 2,4 GHz dengan *range* 0,4 GHz-4,4 GHz. Simulasi kedua antena tersebut di optimasi sehingga didapat nilai-nilai parameter antena yang maksimal kemudian akan dilakukan analisis pada hasil simulasi pada frekuensi 2,4 GHz.

4.1.1 Antena Mikrostrip *Circular Patch* dengan *Ground Free Space*

Antena mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* dirancang dengan dimensi 60 mm × 50 mm. Antena ini telah difabrikasi dan dapat dilihat pada gambar 4.1.

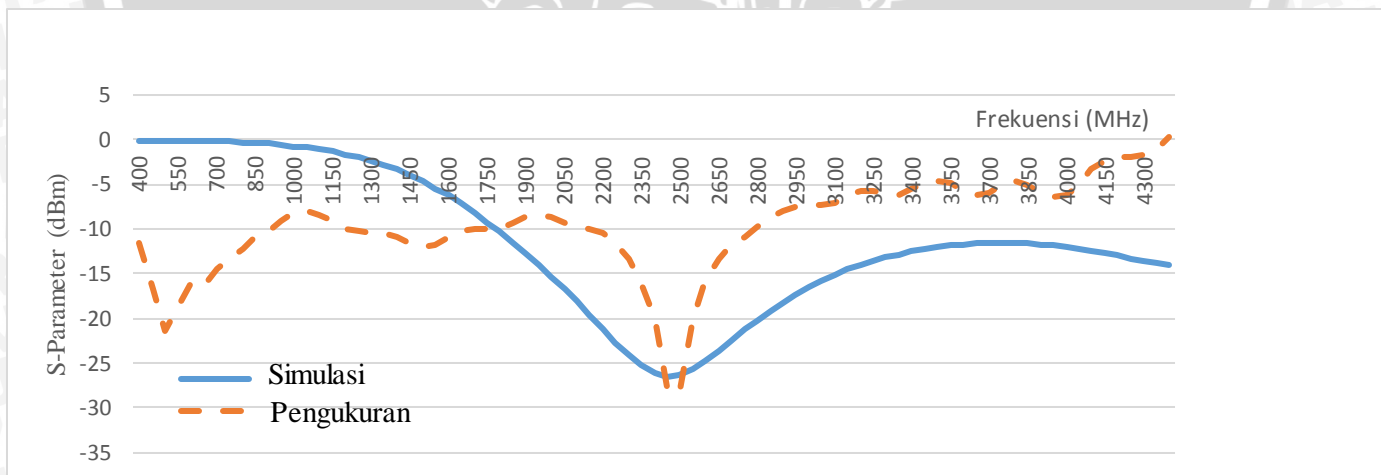


Gambar 4.1 Hasil fabrikasi antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space*

Sumber: Fabrikasi

4.1.1.1 Return loss (RL)

Antena yang baik mempunyai nilai *return loss* (RL) tertinggi sebesar -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap dan 10% terpantulkan kembali. Nilai *return loss* antenna ini setelah di optimasi pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -26,158 dB, sedangkan nilai *return loss* terendah berada pada frekuensi 2,46 GHz dengan nilai sebesar -26,55 dB. Grafik *return loss* dapat dilihat pada gambar 4.2. Gambar 4.2 menunjukkan grafik *return loss* untuk hasil simulasi dan hasil pengukuran.

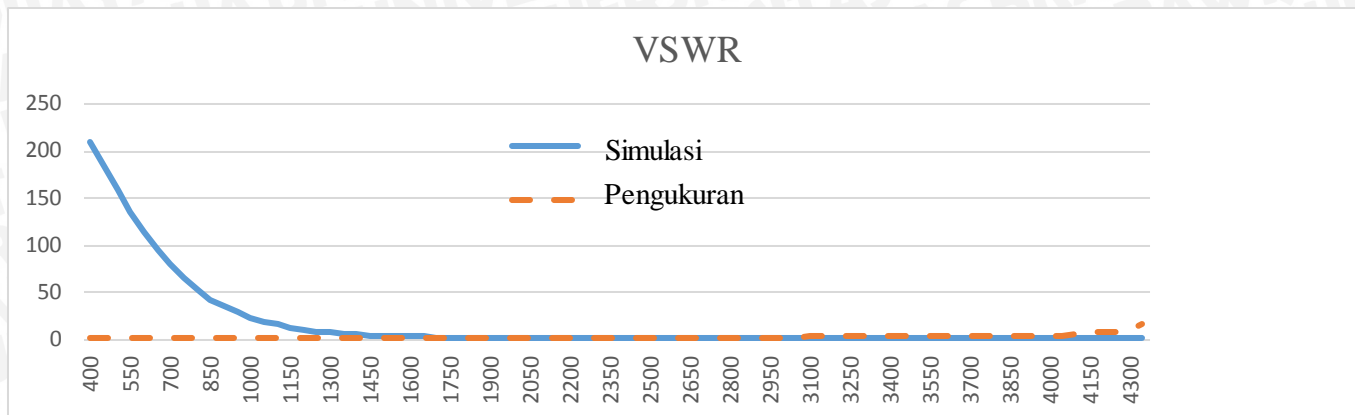


Gambar 4.2 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space*

4.1.1.2 Voltage standing wave ratio (VSWR)

Besarnya nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) bervariasi antara 1 sampai ∞ (tak terhingga). Semakin besar nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR), semakin besar pula ketidaksesuaian sehingga menyebabkan kinerja antenna semakin buruk. Nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) antenna ini pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 1,1035 sedangkan

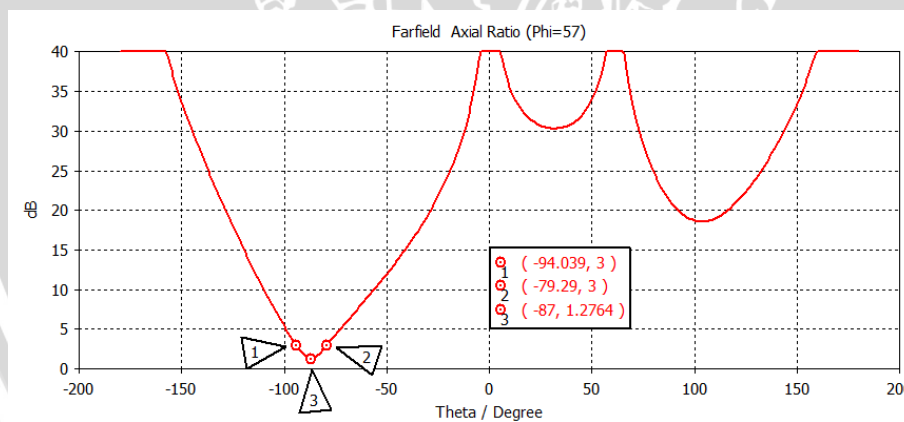
nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) terendah terdapat pada frekuensi 2,46 GHz yaitu 1,0987. Grafik *voltage standing wave ratio* (VSWR) dapat dilihat pada gambar 4.3. Gambar 4.3 menunjukkan nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) hasil simulasi dan pengukuran.



Gambar 4.3 Grafik *voltage standing wave ratio* (VSWR) antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space*

4.1.1.3 Polarisasi

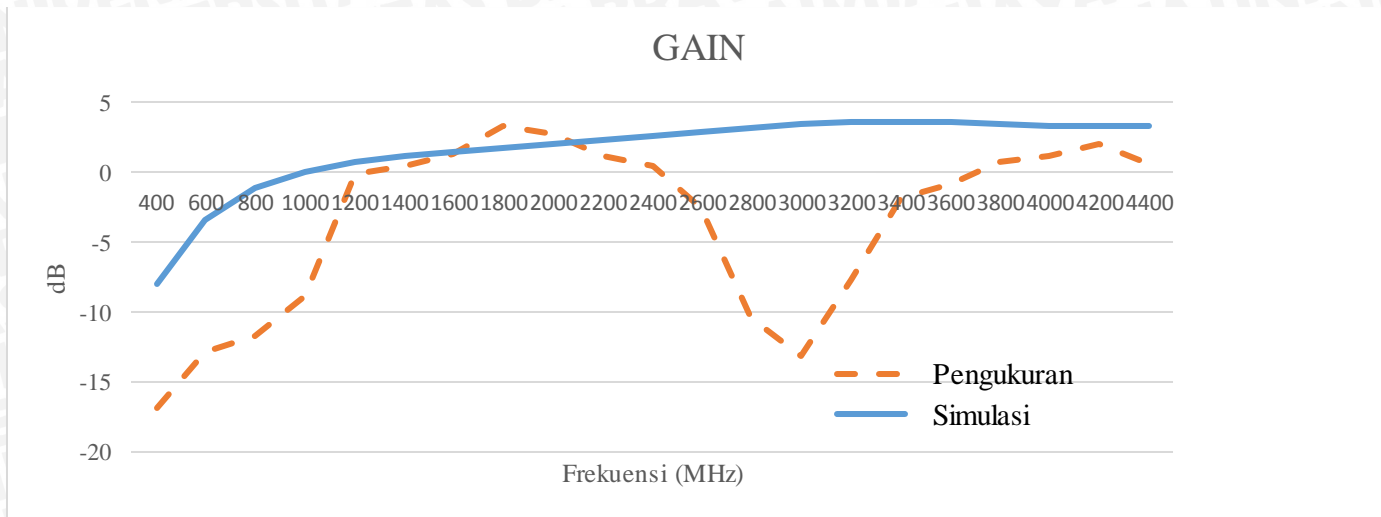
Polarisasi antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* sirkular karena memiliki nilai *axial ratio* di antara 1 dB-3 dB. Nilai *axial ratio* terendah pada grafik terdapat pada titik 2 dengan nilai sebesar 1,2764 dB. Grafik *axial ratio* dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik polarisasi antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space*

4.1.1.4 Gain

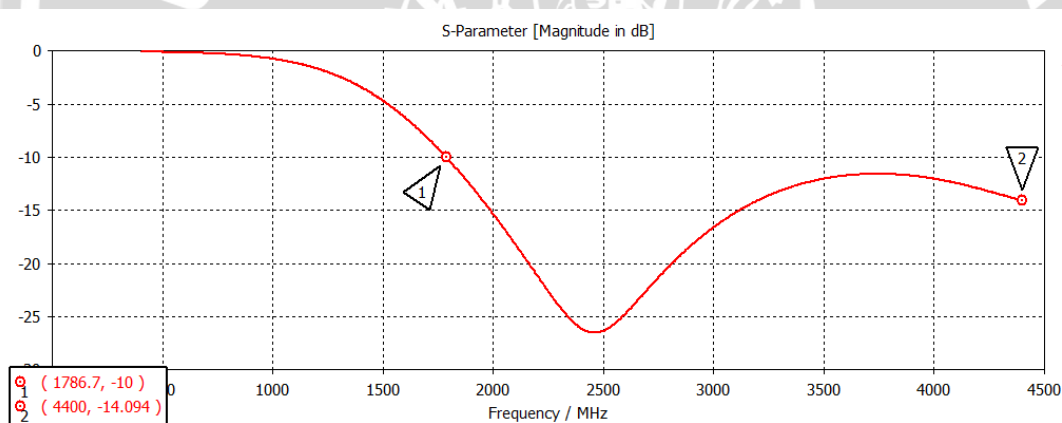
Gain antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas radiasi yang diberikan pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang didapatkan oleh antenna bila diradiasikan secara isotropis. Intensitas radiasi yang dipancarkan secara isotropis sama dengan daya yang diterima oleh antenna dibagi dengan 4π . Gambar 4.5 menunjukkan grafik *gain* antenna hasil pengukuran maupun simulasi. Nilai *Gain* hasil simulasi antenna ini pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,5679 dB sedangkan pada pengukuran sebesar 0,5 dB.



Gambar 4.5 Grafik gain antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space*

4.1.1.5 Bandwidth

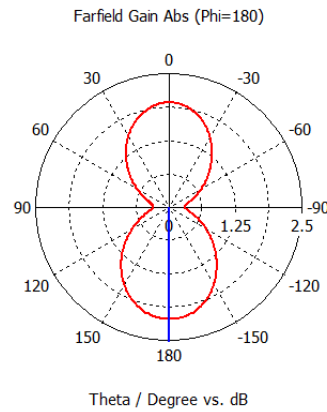
Bandwidth antenna dapat ditentukan dari nilai *return loss*. Antena ini bekerja pada frekuensi 1,7867 GHz-4,4 GHz sehingga *bandwidth* antenna ini sebesar 2,6133 GHz. *Bandwidth* antenna dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik *bandwidth* antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space*

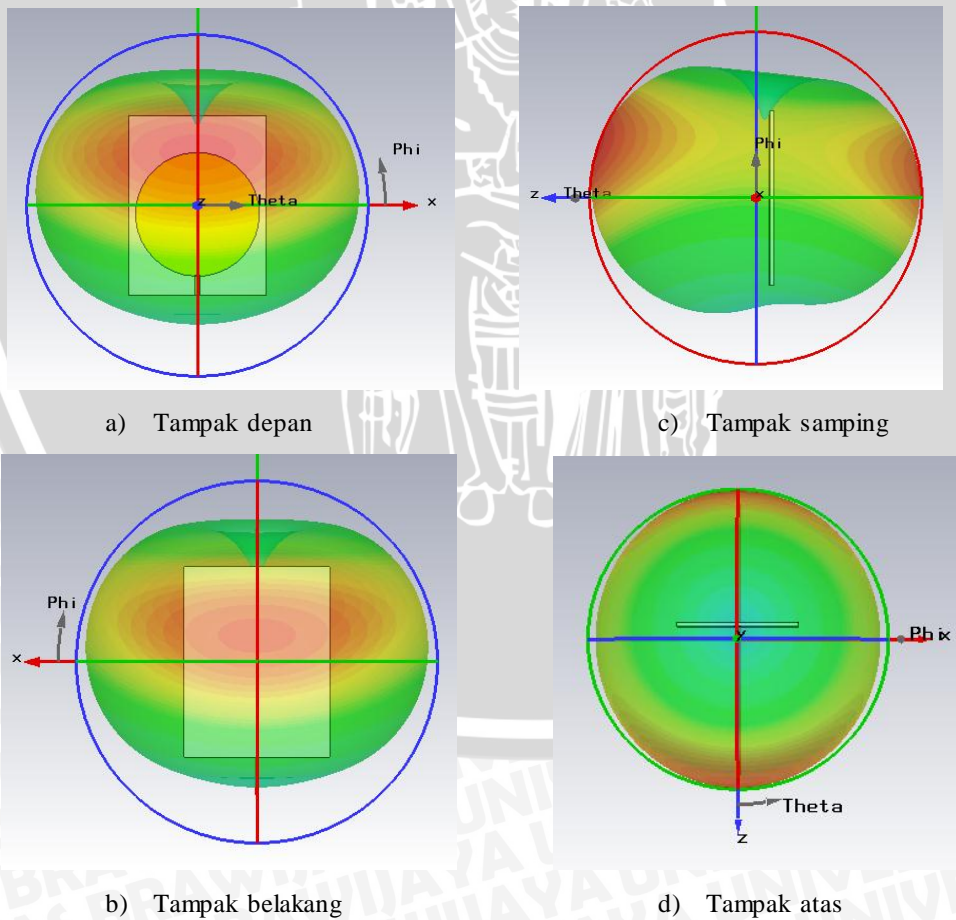
4.1.1.6 Pola Radiasi

Pola radiasi disebut juga pola medan (*field pattern*) dan digambarkan sebagai fungsi koordinat arah. Sifat radiasi meliputi intensitas radiasi, kuat medan, sudut fasa dan polarisasi. Pola radiasi memiliki tiga jenis yaitu *isotropic*, *directional*, dan *omnidirectional*. Antena ini termasuk antenna *omnidirectional* karena pola radiasinya memiliki pola *non-directional* pada suatu bidang tertentu dan sebuah pola *directional* pada bidang tegak lurus lainnya. Pola radiasi antenna dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pola radiasi antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* pada diagram polar

Pada pelaksanaannya pola radiasi tidak dapat dilihat dalam bentuk dua dimensi karena pada antenna, untuk melihat pola radiasi sumbu *elevasi* dan *azimuth* diamati. Pada simulasi pola radiasi ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi. Pola radiasi dalam bentuk tiga dimensi antenna ini dapat dilihat pada gambar 4.8 dimana semakin merah warna pada pola radiasi tersebut maka semakin banyak daya yang diterima atau dipancarkan oleh antenna.



Gambar 4.8 Pola radiasi antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* pada bidang tiga dimensi

4.1.2 Antena Mikrostrip *Star Patch With Additional Elliptical Shape*

Antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* dirancang dengan dimensi 60 mm × 50 mm. Antena ini telah difabrikasi dan dapat dilihat pada gambar 4.9.

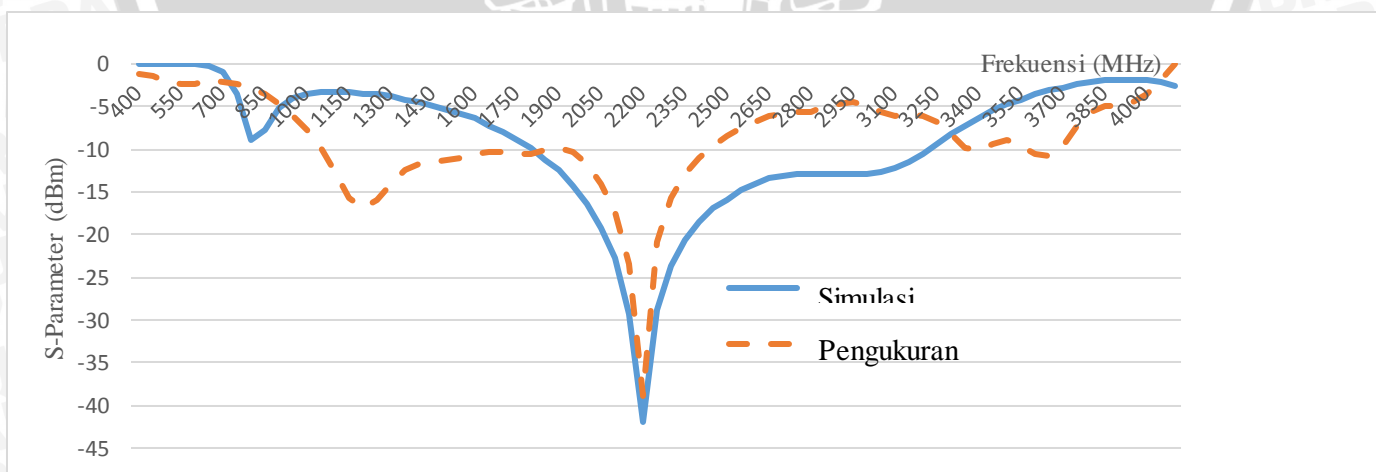


Gambar 4.9 Hasil fabrikasi antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

Sumber: Fabrikasi

4.1.2.1 Return loss (RL)

Antena yang baik mempunyai nilai *return loss* (RL) tertinggi sebesar -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap dan 10% terpantulkan kembali. Nilai *return loss* antena ini setelah di optimasi pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -15,541 dB, sedangkan nilai *return loss* terendah berada pada frekuensi 2,2 GHz dengan nilai sebesar -41,51 dB. Grafik *return loss* dapat dilihat pada gambar 4.10. Gambar 4.10 menunjukkan grafik *return loss* hasil simulasi dan hasil pengukuran.

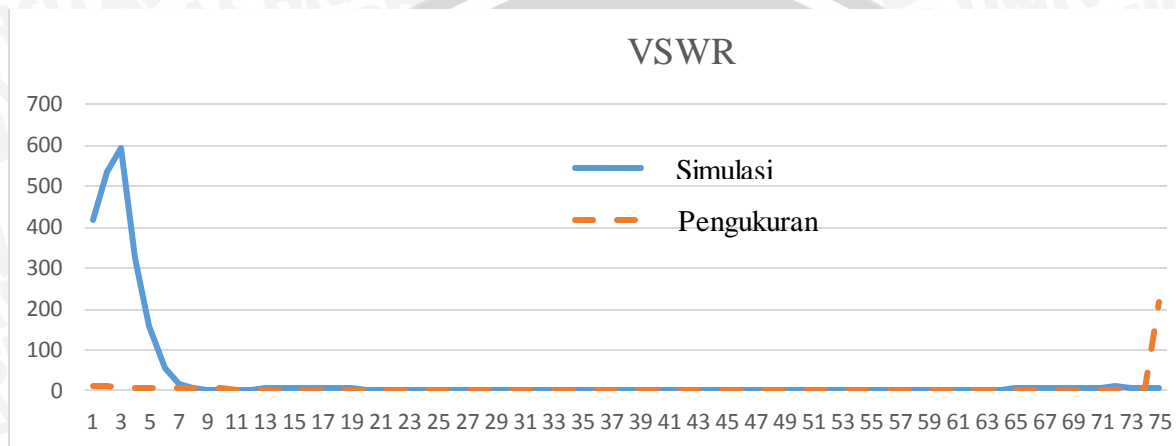


Gambar 4.10 Grafik *return loss* antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

4.1.2.2 Voltage standing wave ratio (VSWR)

Besarnya nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) bervariasi antara 1 sampai ~ (tak

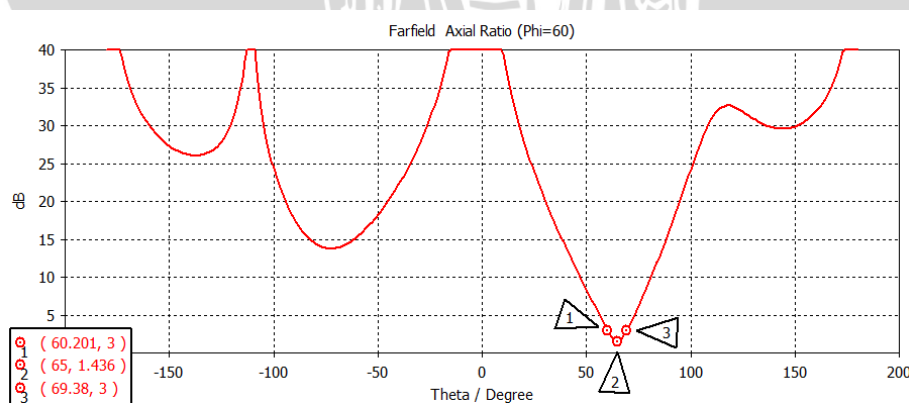
terhingga). Semakin besar nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR), semakin besar pula ketidaksesuaian sehingga menyebabkan kinerja antenna semakin buruk. Nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) antenna ini pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 1,2683 sedangkan nilai *voltage standing wave ratio* (VSWR) terendah terdapat pada frekuensi 2,2 GHz yaitu 1,0162. Grafik *voltage standing wave ratio* (VSWR) dapat dilihat pada gambar 4.11. Gambar 4.11 menunjukkan grafik *voltage standing wave ratio* (VSWR) hasil simulasi dan hasil pengujian.



Gambar 4.11 Grafik *voltage standing wave ratio* (VSWR) antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

4.1.2.3 Polarisasi

Polarisasi antenna mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* sirkular karena memiliki nilai *axial ratio* di antara 1 dB-3 dB. Nilai *axial ratio* terendah pada grafik terdapat pada titik 2 dengan nilai sebesar 1,4359 dB. Grafik *axial ratio* dapat dilihat pada gambar 4.12.

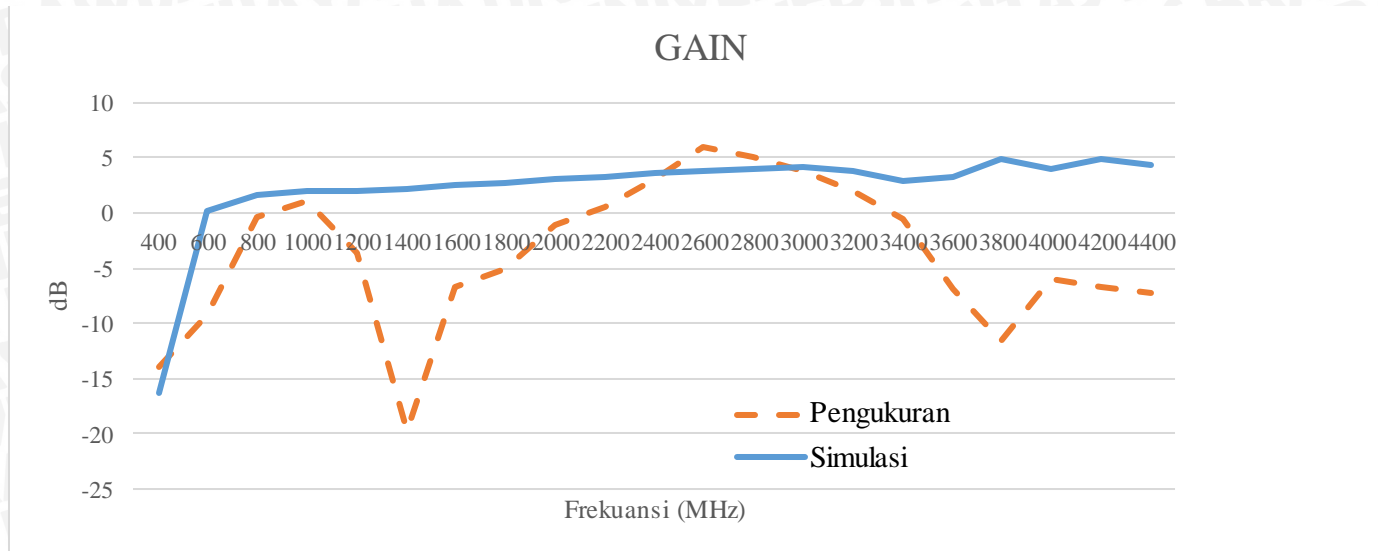


Gambar 4.12 Grafik polarisasi antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

4.1.2.4 Gain

Gain antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas radiasi yang diberikan pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang didapatkan oleh antenna bila diradiasikan

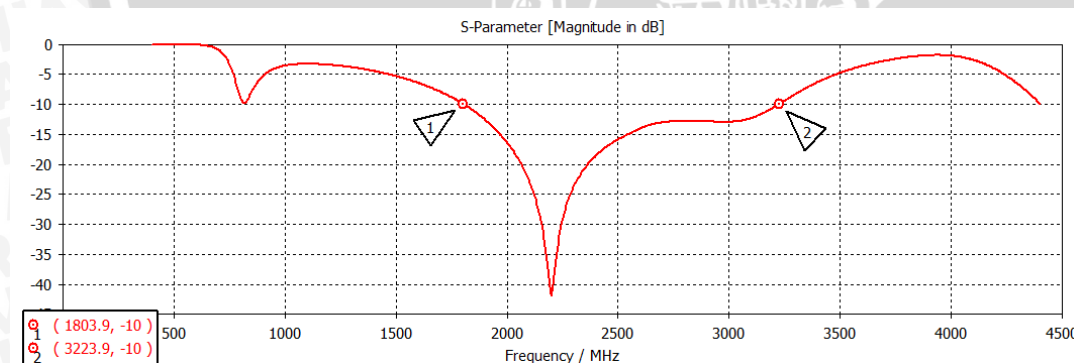
secara isotropis. Intensitas radiasi yang dipancarkan secara isotropis sama dengan daya yang diterima oleh antenna dibagi dengan 4π . Gambar 4.13 menunjukkan grafik *gain* antenna hasil pengukuran maupun simulasi. Nilai *gain* hasil simulasi antenna ini pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 3,6277 dB sedangkan pada pengukuran sebesar 3,1 dB.



Gambar 4.13 Grafik *gain* antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

4.1.2.5 Bandwidth

Bandwidth antenna dapat ditentukan dari nilai *return loss*. Antena ini bekerja pada frekuensi 1,8039 GHz-3,2239 GHz sehingga *bandwidth* antenna ini sebesar 1,42 GHz. *Bandwidth* antenna dapat dilihat pada gambar 4.14.

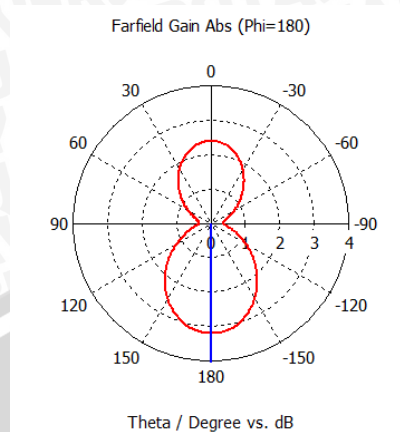


Gambar 4.14 Grafik *bandwidth* antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

4.1.2.6 Pola Radiasi

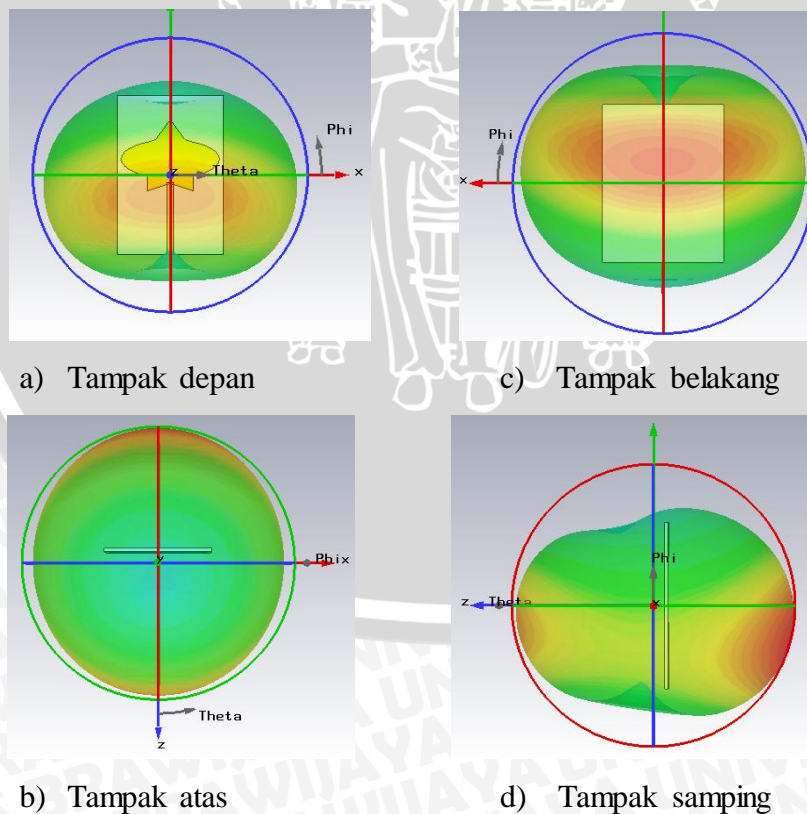
Pola radiasi disebut juga pola medan (*field pattern*) dan digambarkan sebagai fungsi koordinat arah. Sifat radiasi meliputi intensitas radiasi, kuat medan, sudut fasa dan polarisasi. Pola radiasi memiliki tiga jenis yaitu *isotropic*, *directional*, dan *omnidirectional*. Antena ini termasuk antenna *omnidirectional* karena pola radiasinya memiliki pola *non-directional* pada

suatu bidang tertentu dan sebuah pola *directional* pada bidang tegak lurus lainnya. Pola radiasi antenna dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Pola radiasi antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* pada diagram polar

Pada pelaksanaannya pola radiasi tidak dapat dilihat dalam bentuk dua dimensi karena pada antenna, untuk melihat pola radiasi sumbu *elevasi* dan *azimuth* diamati. Pada simulasi pola radiasi ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi. Pola radiasi dalam bentuk tiga dimensi antenna ini dapat dilihat pada gambar 4.16 dimana semakin merah warna pada pola radiasi tersebut maka semakin banyak daya yang diterima atau dipancarkan oleh antenna.



Gambar 4.16 Pola radiasi antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* pada bidang tiga dimensi

4.2 Pengujian

Pada pengujian awal yaitu pengujian rangkaian seri *rectenna* untuk menentukan apakah *rectenna* dapat bekerja tanpa menggunakan antena seperti pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Skema pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna* tanpa menggunakan antena.

Pengujian selanjutnya yakni pengujian tegangan DC *rectenna* dengan menggunakan antena mikrostrip *circular patch* dengan *ground free space* seperti pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Skema pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna*

Sebagai pembandingan dilakukan pengujian dengan mengubah antena pada *transmitter* menggunakan antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* seperti pada gambar 4.19

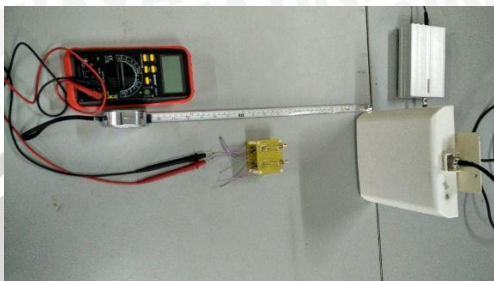


Gambar 4.19 Skema pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna* pada *transmitter* antena yang digunakan adalah antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

Pada seluruh pengujian ini antena yang digunakan di *transmitter* 2,4 GHz adalah antena *transmitter* 2,4 GHz yang merupakan antena *directional*, antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* merupakan antena *omnidirectional*. Pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna* dilakukan pada jarak 5-150 cm.

4.2.1. Pengujian rangkaian seri *rectenna* tanpa menggunakan antenna

Pada pengujian ini pada jarak 5 cm dengan tegangan *rectifier* 10030 mV hingga jarak 30 cm dengan tegangan *rectifier* 3204 mV lampu menyala. Pada jarak 35 cm tegangan *rectifier* menjadi 1404 mV dan lampu tidak menyala. *Set-up* pengujian dapat dilihat pada gambar 4.20 dan hasil pengujian pada tabel 4.1.



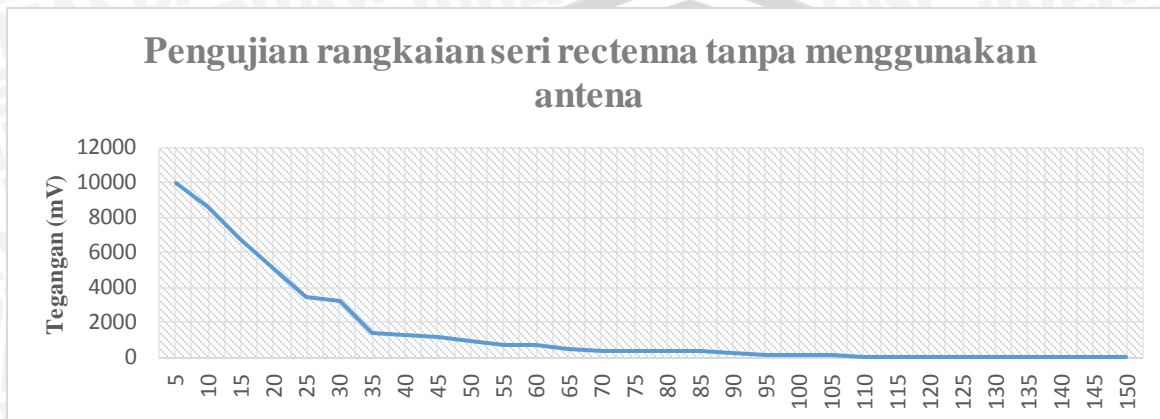
Gambar 4.20 Pengujian rangkaian seri *rectenna* tanpa menggunakan antenna

Tabel 4.1 Hasil pengujian rangkaian seri *rectenna* tanpa menggunakan antenna

No	Jarak (cm)	Kondisi LED	Tegangan (mV)
1	5	on	10030
2	10	on	8610
3	15	on	6720
4	20	on	5100
5	25	on	3509
6	30	on	3204
7	35	off	1404
8	40	off	1302
9	45	off	1191
10	50	off	910
11	55	off	680
12	60	off	708
13	65	off	539
14	70	off	430
15	75	off	404
16	80	off	396,5
17	85	off	375,8
18	90	off	316,9
19	95	off	208,1
20	100	off	126,3
21	105	off	103,3
22	110	off	48,8
23	115	off	56,7
24	120	off	52,4
25	125	off	55,6
26	130	off	63
27	135	off	67,3

No	Jarak (cm)	Kondisi LED	Tegangan (mV)
28	140	off	63,3
29	145	off	22,7
30	150	off	6,2

Pada pengujian ini semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antenna yang otomatis akan mengurangi *output* pada rangkaian seri *rectifier*. Data pada tabel Tabel 4.1 dijadikan grafik seperti pada gambar 4.21 untuk melihat penurunannya.



Gambar 4.21 Grafik pengujian *output* DC rangkaian seri *rectenna* tanpa menggunakan antenna.

4.2.2. Skema pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna*

Pada pengujian ini pada jarak 5 cm dengan tegangan *rectifier* 17520 mV hingga jarak 40 cm dengan tegangan *rectifier* 2788 mV lampu menyala. Pada jarak 45 cm tegangan *rectifier* menjadi 2044 mV dan lampu tidak menyala. *Set-up* pengujian dapat dilihat pada gambar 4.22 dan hasil pengujian pada tabel 4.2.



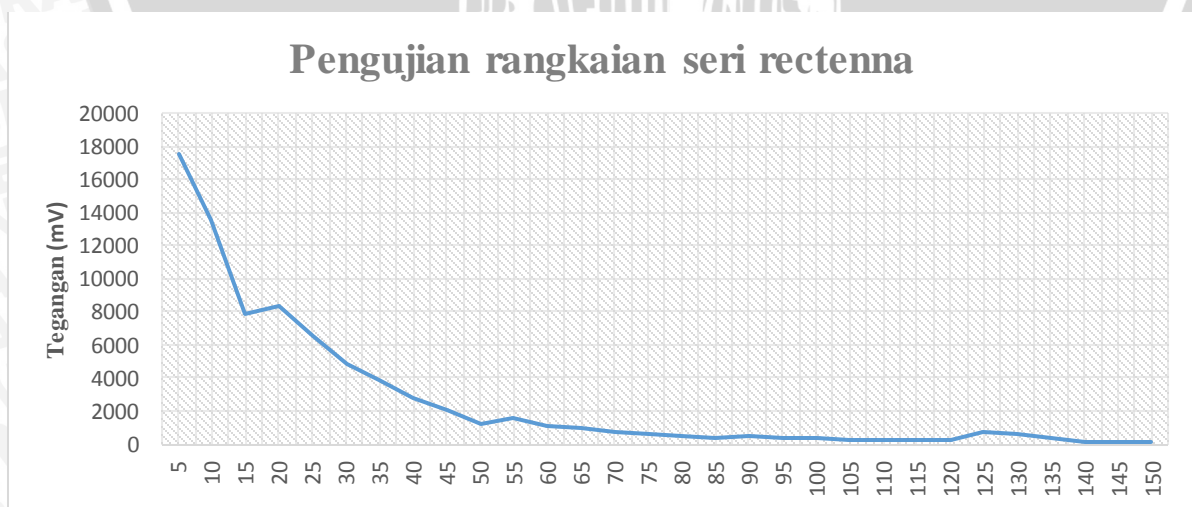
Gambar 4.22 Pengujian rangkaian seri *rectenna*

Tabel 4.2 Hasil pengujian rangkaian seri *rectenna*

No	Jarak (cm)	Kondisi LED	Tegangan (mV)
1	5	on	17520
2	10	on	13620
3	15	on	7920
4	20	on	8410
5	25	on	6540
6	30	on	4840

No	Jarak (cm)	Kondisi LED	Tegangan (mV)
7	35	on	3870
8	40	on	2788
9	45	off	2044
10	50	off	1199
11	55	off	1555
12	60	off	1108
13	65	off	946
14	70	off	733
15	75	off	665
16	80	off	532
17	85	off	365
18	90	off	432
19	95	off	394
20	100	off	353
21	105	off	298,2
22	110	off	241,3
23	115	off	204
24	120	off	192,2
25	125	off	687
26	130	off	612
27	135	off	376
28	140	off	119,8
29	145	off	129,9
30	150	off	107,1

Pada pengujian ini semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antenna yang otomatis akan mengurangi *output* pada rangkaian seri *rectifier*. Data pada tabel Tabel 4.2 dijadikan grafik seperti pada gambar 4.23 untuk melihat penurunannya.



Gambar 4.23 Grafik pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna*

4.2.3. Pengujian *output* DC rangkaian seri *rectenna* pada *transmitter* menggunakan

antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

Pada pengujian ini pada jarak 5 cm dengan tegangan *rectifier* 6860 mV hingga jarak 15 cm dengan tegangan *rectifier* 4230 mV lampu menyala. Pada jarak 20 cm tegangan *rectifier* menjadi 2148 mV dan lampu tidak menyala. *Set-up* pengujian dapat dilihat pada gambar 4.24 dan hasil pengujian pada tabel 4.3.



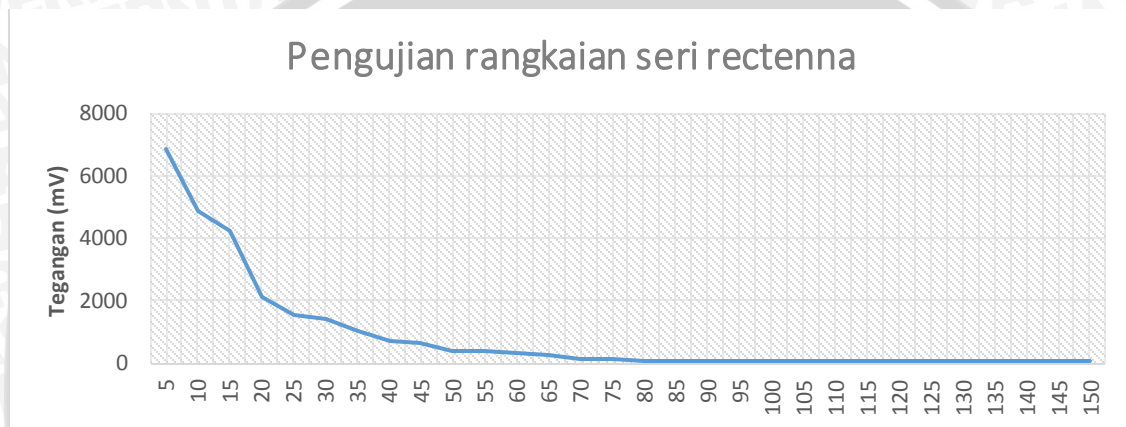
Gambar 4.24 Pengujian tegangan DC rangkaian seri *rectenna* pada *transmitter* menggunakan antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

Tabel 4.3 Hasil pengujian rangkaian seri *rectenna* pada *transmitter* menggunakan antena mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

No	Jarak (cm)	Kondisi LED	Tegangan (mV)
1	5	on	6860
2	10	on	4870
3	15	on	4230
4	20	off	2148
5	25	off	1557
6	30	off	1404
7	35	off	1030
8	40	off	714
9	45	off	637
10	50	off	392
11	55	off	411
12	60	off	348
13	65	off	246,4
14	70	off	146
15	75	off	100,4
16	80	off	93,6
17	85	off	72,9
18	90	off	56,2
19	95	off	54
20	100	off	50,9
21	105	off	69,4
22	110	off	74,6
23	115	off	80,9
24	120	off	70

No	Jarak (cm)	Kondisi LED	Tegangan (mV)
25	125	off	69,5
26	130	off	58,4
27	135	off	44,5
28	140	off	42,1
29	145	off	38,4
30	150	off	37,9

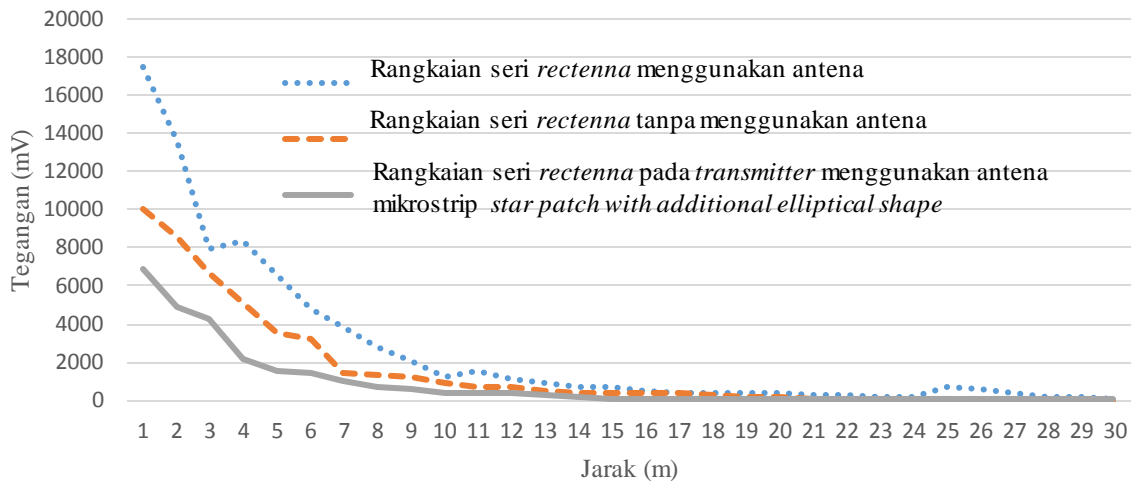
Pada pengujian ini semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antenna yang otomatis akan mengurangi *output* pada rangkaian seri *rectifier*. Data pada tabel Tabel 4.3 dijadikan grafik seperti pada gambar 4.25 untuk melihat penurunannya.



Gambar 4.25 Grafik pengujian rangkaian seri *rectenna* pada *transmitter* menggunakan antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape*

Perbandingan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.26. Gambar 4.26 menunjukkan bahwa pengujian rangkaian seri *rectenna* menggunakan antenna lebih baik daripada tanpa menggunakan antenna, hal ini dikarenakan *rectenna* yang memakai antenna memiliki impedansi masukan yang lebih *matching* serta memiliki nilai VSWR yang lebih baik. Sedangkan perbandingan antara pengujian tegangan DC dengan merubah antenna *transmitter* 2,4 GHz menggunakan antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* memiliki hasil yang lebih rendah dikarenakan antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* merupakan antenna *omnidirectional* sehingga daya yang dipancarkan tidak hanya pada 1 arah saja (tidak terfokus) sedangkan antenna *transmitter* 2,4 GHz memiliki hasil yang lebih tinggi antenna mikrostrip *star patch with additional elliptical shape* dikarenakan antenna ini merupakan antenna *directional* sehingga daya yang dipancarkan terfokus.

PERBANDINGAN PENGUKURAN

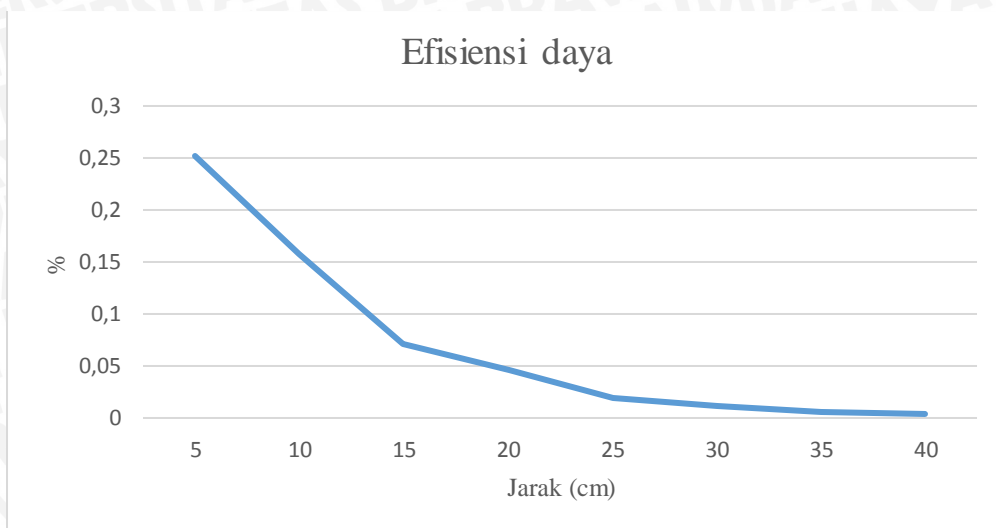


Gambar 4.26 Grafik perbandingan pengujian tegangan DC rangkaian *rectenna*

Setelah didapat hasil pengujian rangkaian seri *rectenna* diukur pula arus pada hasil pengukuran terbaik untuk melihat efisiensi daya rangkaian seri *rectenna*. Hasil pengukuran arus daya yang diterima serta efisiensi daya dapat di Tabel 4.4 dan grafik dapat dilihat pada gambar 4.27. Nilai arus yang terukur hanya pada jarak hingga 40 cm, sehingga nilai daya dan efisiensi yang didapat hanya sampai pada jarak 40 cm. Nilai efisiensi dibandingkan terhadap daya pemancar sebesar 5 W.

Tabel 4.2 Hasil pengujian daya dan efisiensi daya rangkaian seri *rectenna*

No	Jarak (cm)	Tegangan (mV)	Arus (mA)	Daya (mW)	Efisiensi Daya (%)
1	5	17520	0,72	12,6144	0,252288
2	10	13620	0,58	7,8996	0,157992
3	15	8410	0,43	3,6163	0,072326
4	20	7920	0,27	2,3184	0,046368
5	25	6540	0,15	0,981	0,01962
6	30	4840	0,13	0,6292	0,012584
7	35	3870	0,08	0,3096	0,006192
8	40	2788	0,07	0,19516	0,003903



Gambar 4.27 Grafik efisiensi daya rangkaian *rectenna*



