

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi

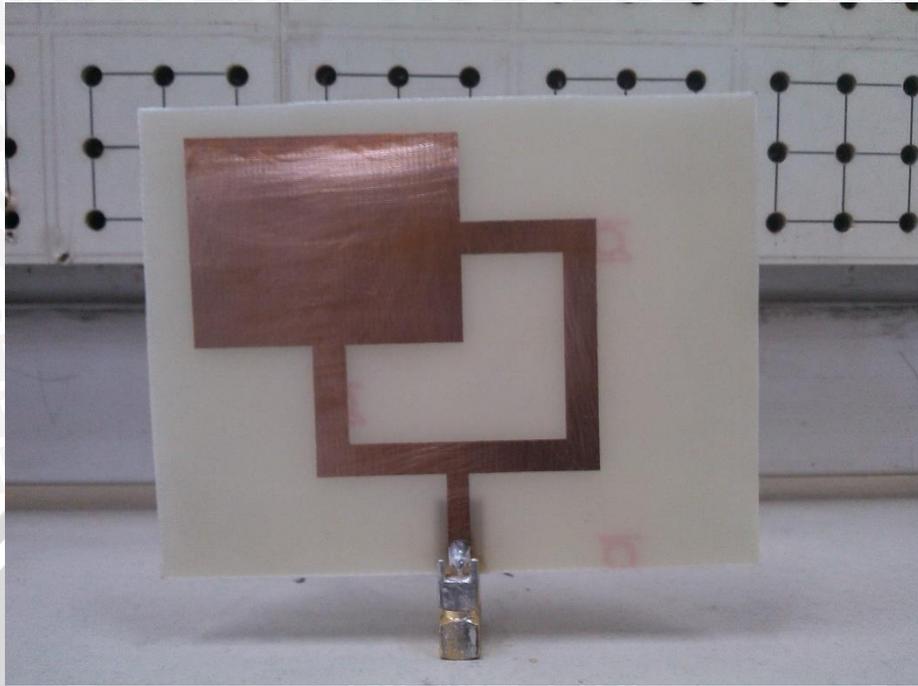
Simulasi antena mikrostrip ini bertujuan untuk mengetahui kinerja antena yang akan difabrikasi. Oleh karena itu simulasi ini akan menunjukkan parameter – parameter antena yang meliputi:

- a. Polarisasi,
- b. Pola radiasi,
- c. *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR),
- d. *Return loss*, dan
- e. *Gain*

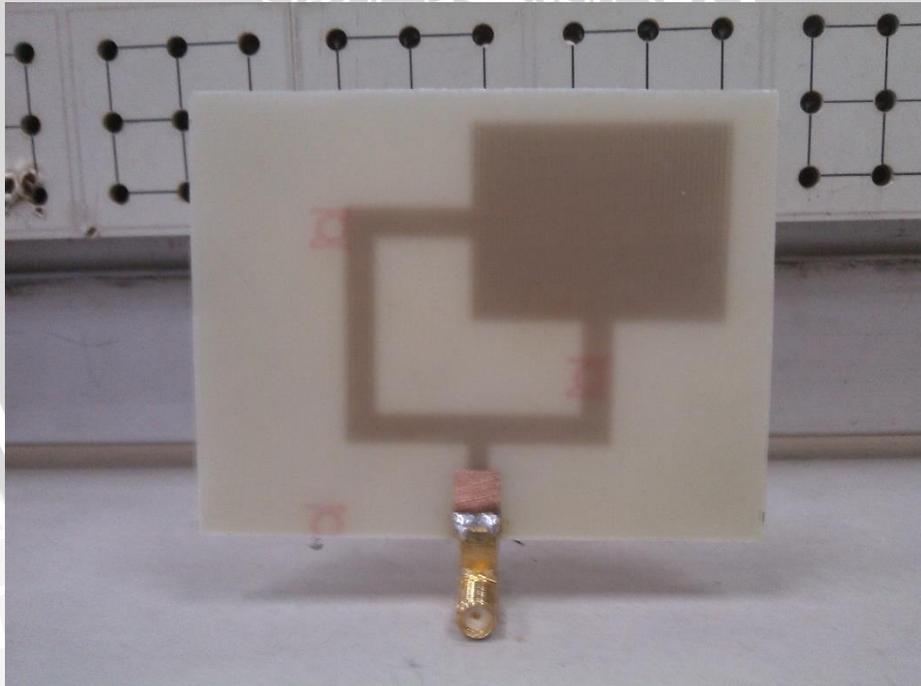
Karena menggunakan dua antena, maka antena diberi nama antena1 dengan kelima parameter tersebut dan antena2 juga dianalisis dengan kelima parameter tersebut. Simulasi untuk antena1 dan antena2 menggunakan frekuensi *center* 2.4 GHz dengan range 1 – 3.8 GHz. Selanjutnya akan di lakukan analisis pada hasil simulasi di 2.4 GHz.

4.1.1 Antena1

Antena1 merupakan antena mikrostrip yang dirancang supaya memiliki polarisasi sirkular dengan dimensi antena 90 mm x 70 mm. Antena1 telah difabrikasi untuk selanjutnya dilakukan pengukuran dengan *rectifier*. Antena yang telah difabrikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.1** untuk bagian depan, dan **Gambar 4.2** untuk bagian belakang mikrostrip antena.



Gambar 4.1 Antena1 yang telah difabrikasi tampak depan

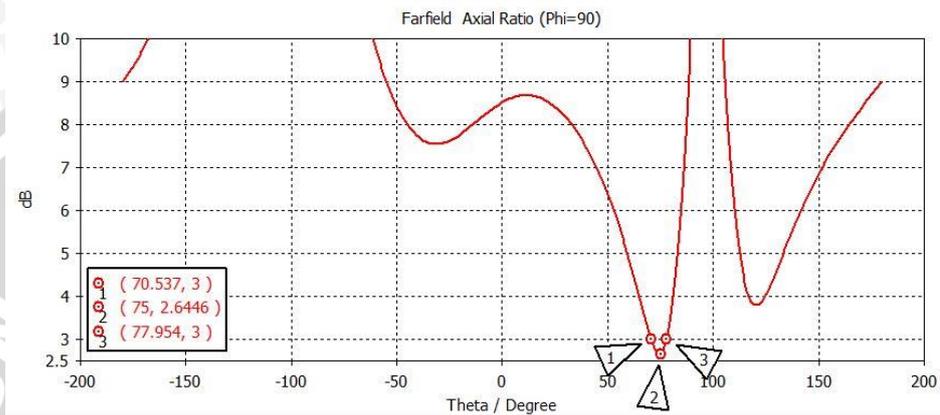


Gambar 4.2 Antena1 yang telah difabrikasi tampak belakang



5.1.1.1 Polarisasi Antena1

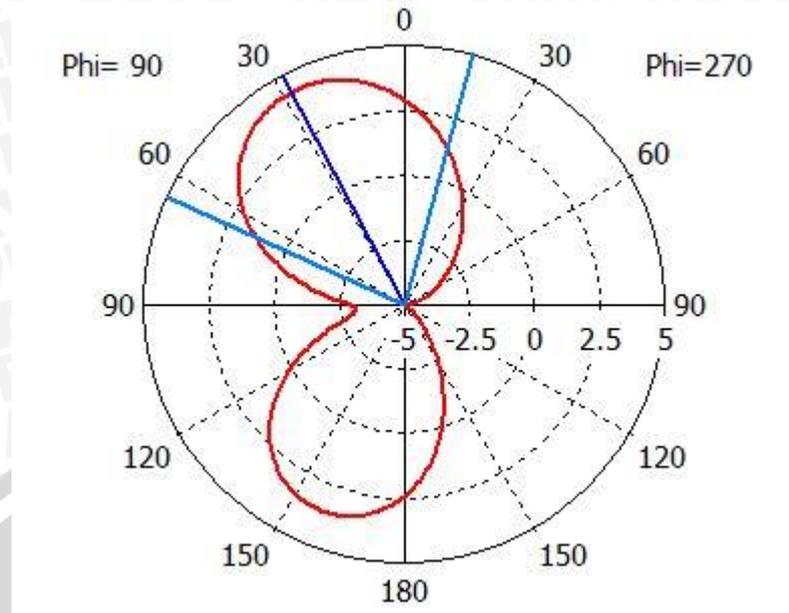
Polarisasi pada antena1 yaitu sirkuler, karena memiliki *axial ratio* di antara 1 – 3 dB. Nilai pada grafik terlihat nilai terendah untuk *axial ratio* yaitu pada point 2 dengan nilai 2,6446 dB dan dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Grafik polarisasi antena1

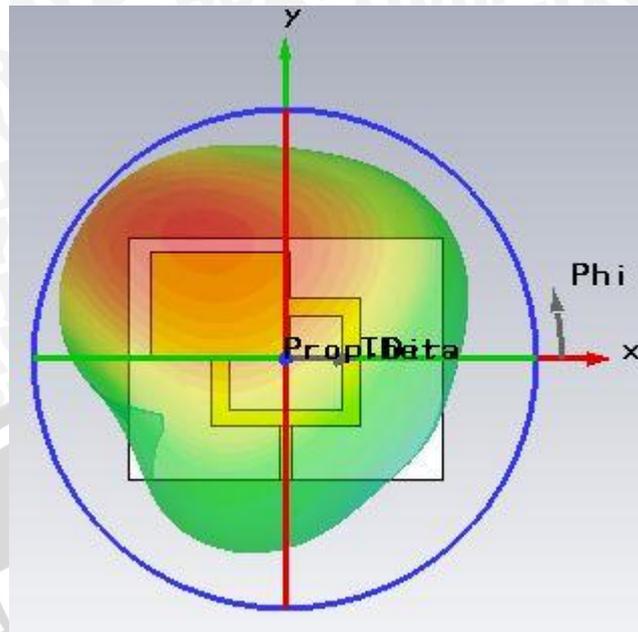
4.1.1.2 Pola Radiasi Antena1

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 (Balanis, 2005:27). Pola radiasi dibagi dari tiga bagian yaitu *isotropic*, *directional*, dan *omnidirectional*. Pada antena1 pola radiasinya adalah *directional* seperti pada **Gambar 4.4**.



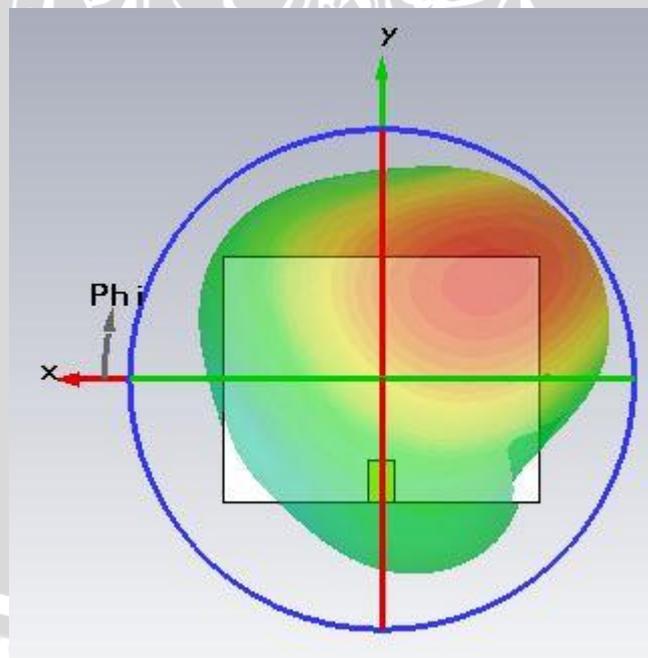
Gambar 4.4 polaradiasi antena1 tampak 2 dimensi

Pada pelaksanaannya, kita tidak bisa melihat polaradiasi jika hanya dalam bentuk 2 dimensi. Karena pada antena, untuk melihat pola radiasi terdapat istilah *elevasi* dan *azimuth*. Pada simulasi ditampilkan bentuk dari pola radiasi dalam bentuk 3 dimensi seperti **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6** dimana semakin berwarna merah, maka semakin banyak daya yang dipancarkan atau diterima oleh antena. Namun, pada skripsi ini hanya ditampilkan bagian depan dan belakang. Untuk melihat bagaimana radiasi tampak depan seperti **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 polaradiasi antena1 tampak 3 dimensi bagian depan

Pada polaradiasi, kita harus menentukan arah mana saja radiasi yang diterima atau dipancarkan antena dalam bentuk bola supaya lebih jelas. Pada Gambar 4.6 ditampilkan polaradiasi tampak belakang dari antena1.

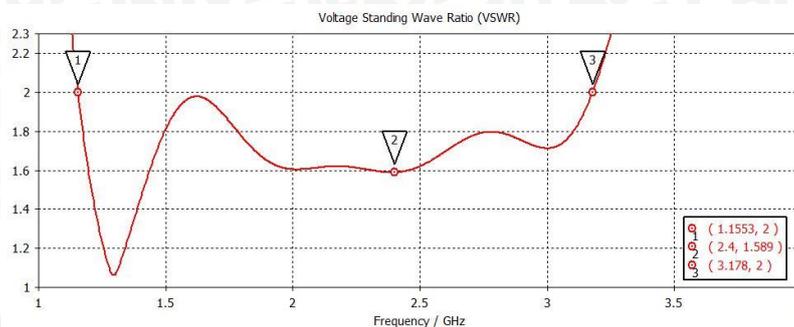


Gambar 4.6 polaradiasi antena1 tampak 3 dimensi bagian belakang

4.1.1.3 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) Antena1

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) juga sebagai salah satu cara dalam menentukan bandwidth antena. Pada antena1 nilai VSWR adalah

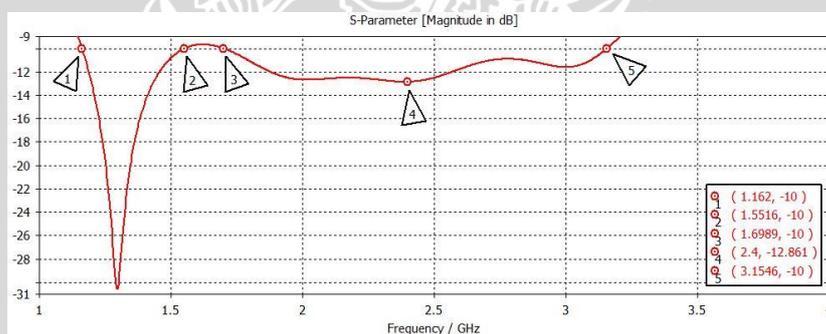
1.589 dapat dilihat pada **Gambar 4.7** *bandwidth* antenna yaitu 2.0227 GHz dengan frekuensi kerja antara 1.1553 GHz – 3.178 GHz.



Gambar 4.7 Grafik *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) antenna1

4.1.1.4 RL (*Return Loss*) Antena1

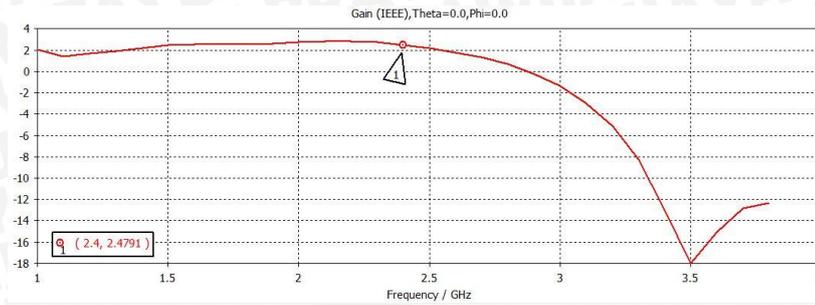
Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah – 10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10% - nya terpantulkan kembali. Pada antenna1 *return loss* pada frekuensi 2.4 GHz seperti pada point 4 pada **Gambar 4.8** adalah – 12.861 dB.



Gambar 4.8 Grafik *return loss* antenna1

4.1.1.5 *Gain* Antena1

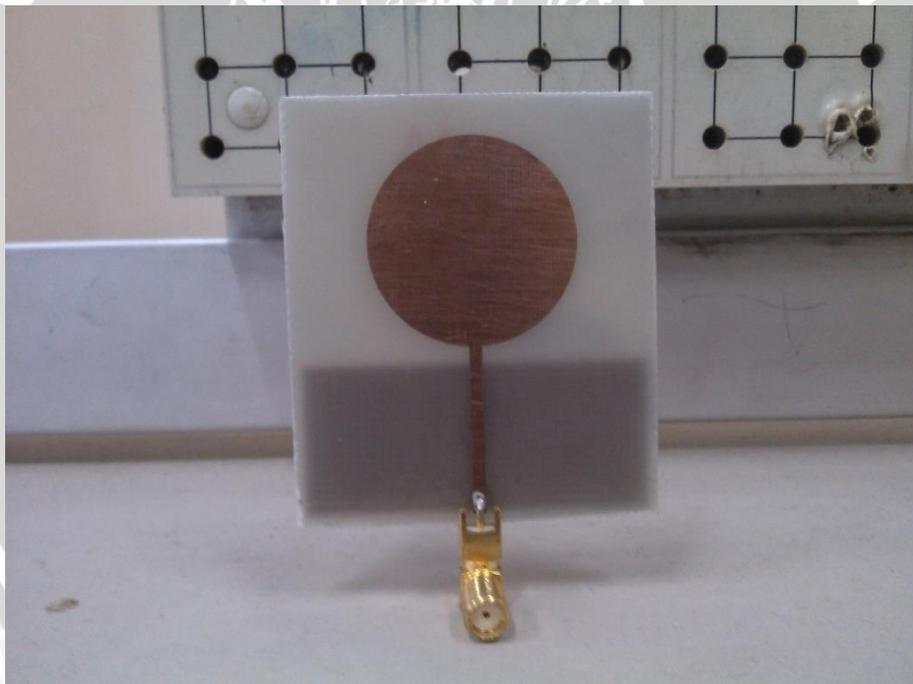
Gain antenna didefinisikan sebagai “perbandingan antara intensitas radiasi yang diberikan pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang didapatkan oleh antenna bila diradiasikan secara isotropis. Intensitas radiasi yang dipancarkan secara isotropis sama dengan daya yang diterima oleh antenna dibagi dengan 4π ” (Balanis, 2005:65). *Gain* antenna1 pada frekuensi 2.4 GHz yaitu 2.4791 dB seperti pada **Gambar 4.9**.



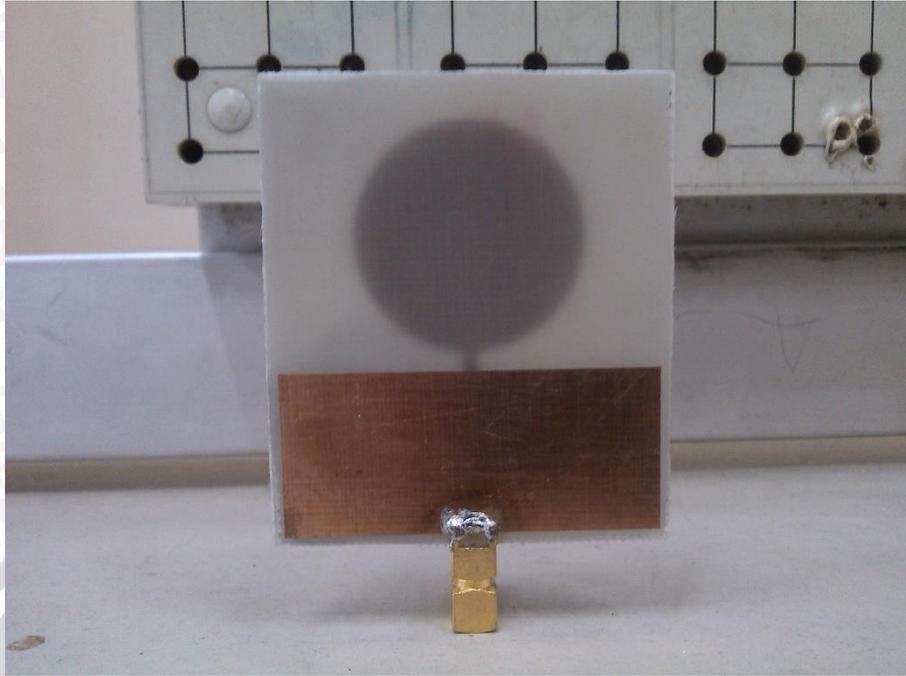
Gambar 4.9 Grafik gain antenna 1

4.1.2 Antena2

Antena2 merupakan antena yang memiliki polarisasi linier dan telah difabrikasi untuk selanjutnya dilakukan pengukuran dengan *rectifier*. Menggunakan antena2 sebagai pembanding dengan polarisasi sirkuler, antena2 memiliki dimensi antena 50 mm x 60 mm. Antena yang telah difabrikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.10** untuk bagian depan, dan **Gambar 4.11** untuk bagian belakang mikrostrip antena.



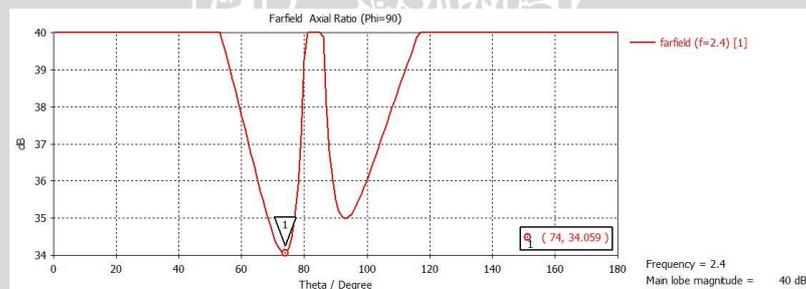
Gambar 4.10 Antena2 yang telah difabrikasi tampak depan



Gambar 4.11 Antena2 yang telah difabrikasi tampak belakang

4.1.2.1 Polarisasi Antena2

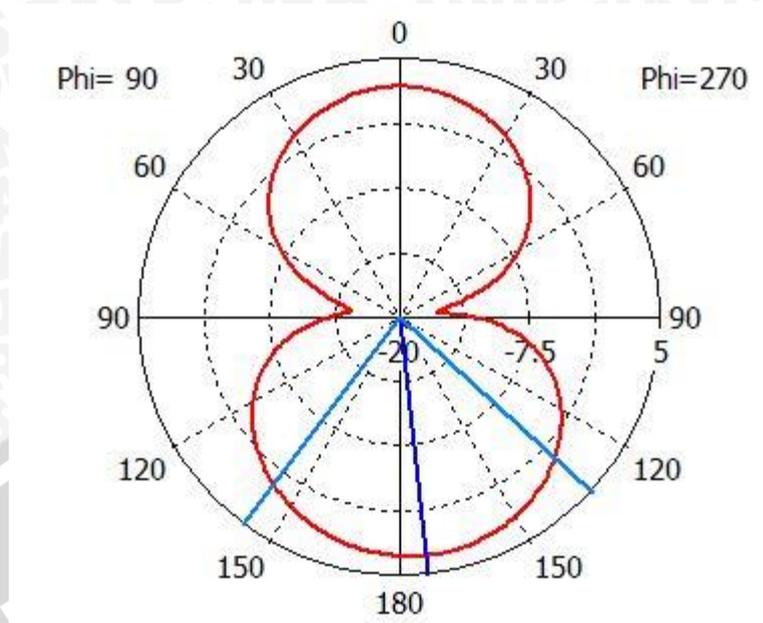
Polarisasi pada antena2 yaitu linier, karena memiliki *axial ratio* > 10 dB. Nilai pada grafik terlihat nilai terendah untuk *axial ratio* yaitu pada point 1 dengan nilai 34,059 dan dapat dilihat pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4.12 Grafik polarisasi antena2

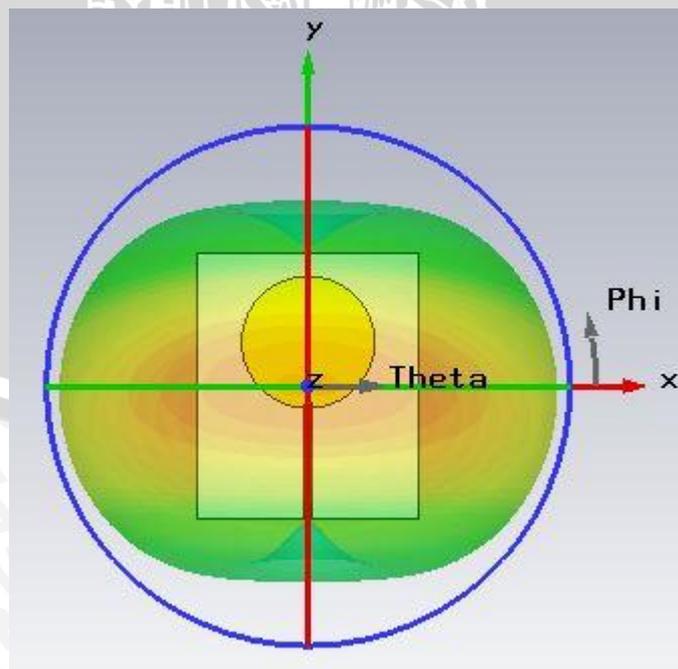
4.1.2.2 Pola Radiasi Antena2

Sama halnya dengan pola radiasi antena1, pada antena2 pola radiasinya adalah *directional* seperti pada **Gambar 4.13**.



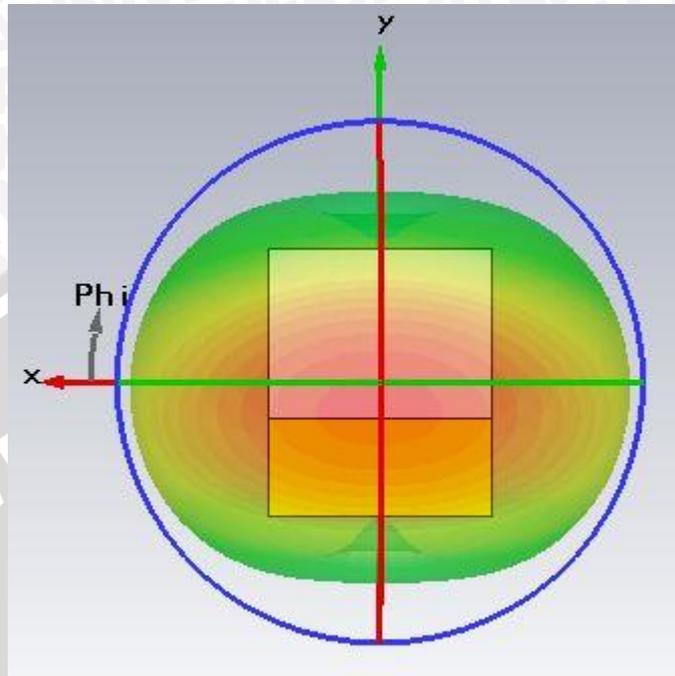
Gambar 4.13 polaradiasi antena2 tampak 2 dimensi

Pada pelaksanaannya, kita tidak bisa melihat polaradiasi jika hanya dalam bentuk 2 dimensi. Karena pada antena, untuk melihat pola radiasi terdapat istilah *elevasi* dan *azimuth*. Pada simulasi ditampilkan bentuk dari pola radiasi dalam bentuk 3 dimensi seperti **Gambar 4.14** dan **Gambar 4.15** dimana semakin berwarna merah, maka semakin banyak daya yang dipancarkan atau diterima oleh antena. Namun, pada skripsi ini hanya ditampilkan bagian depan dan belakang. Untuk melihat bagaimana radiasi tampak depan seperti **Gambar 4.14**.



Gambar 4.14 polaradiasi antena2 tampak 3 dimensi bagian depan

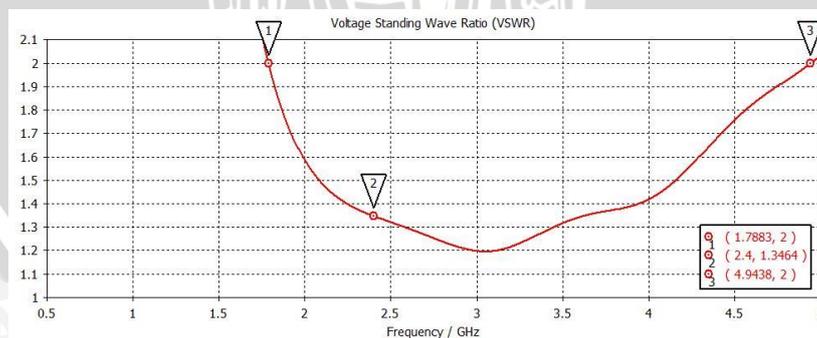
Pada polaradiasi, kita harus menentukan arah mana saja radiasi yang diterima atau dipancarkan antenna dalam bentuk bola supaya lebih jelas. Pada **Gambar 4.15** ditampilkan polaradiasi tampak belakang dari antenna2.



Gambar 4.15 polaradiasi antenna2 tampak 3 dimensi bagian belakang

4.1.2.3 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) Antenna2

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) juga sebagai salah satu cara dalam menentukan bandwidth antenna. Pada antenna2 nilai VSWR adalah 1.3464 dapat dilihat pada **Gambar 4.16** bandwidth antenna yaitu 3.1555 GHz dengan frekuensi kerja antara 1.7883 GHz – 4.9438 GHz.

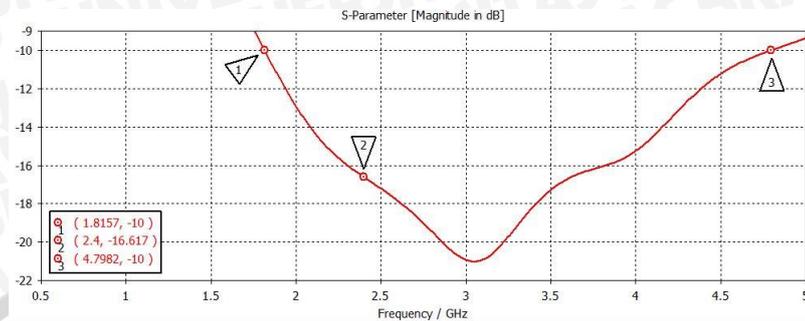


Gambar 4.16 Grafik Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) antenna2

4.1.2.4 RL (Return Loss) Antenna2

Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah – 10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10% - nya terpantulkan kembali. Pada

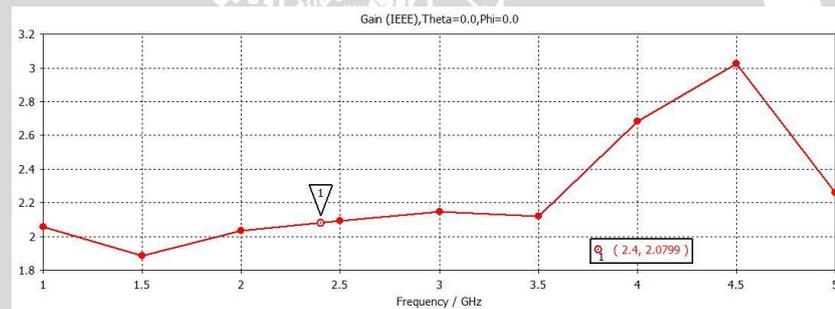
antena2 return loss pada frekuensi 2.4 GHz terdapat pada point 2 dan ditunjukkan pada **Gambar 4.17** adalah -16.617 dB.



Gambar 4.17 Grafik return loss antena2

4.1.2.5 Gain Antena2

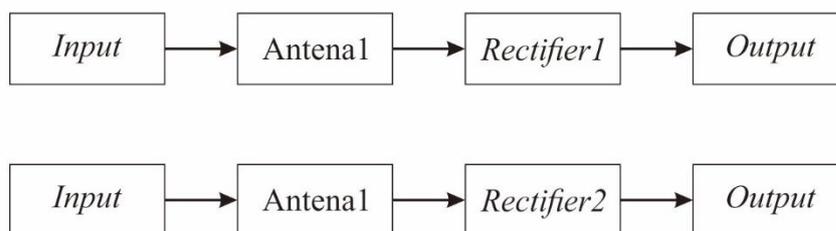
Gain antena2 pada frekuensi 2.4 GHz yaitu 2.4791 dB seperti pada **Gambar 4.18**.



Gambar 4.18 Grafik gain antena2

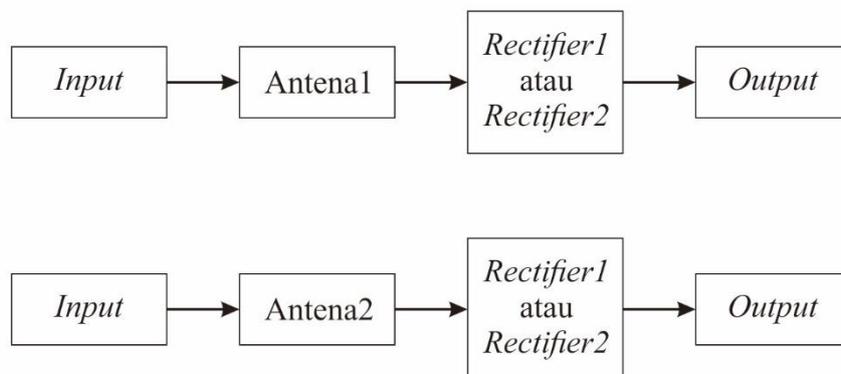
4.2 Pengukuran

Pada pengukuran awal yaitu pengukuran menggunakan antena1 untuk menentukan manakan *rectifier* yang terbaik, apakah *rectifier1* atau *rectifier2* seperti pada **Gambar 4.19**.



Gambar 4.19 Pemilihan *rectifier*

Setelah penentuan *rectifier* maka digunakan *rectifier* terbaik. Setelah itu dengan *rectifier* terbaik tersebut, mengukur lagi namun menggunakan antena2 seperti pada **Gambar 4.20**.



Gambar 4.20 Perbandingan antena

Namun, penulis menyadari bahwa ada pasangan antara antena dan *rectifier* yang belum diuji, oleh karena itu harus didapatkan semua data untuk mengetahui performansi antena dan *rectifier*. Maka dilakukan pengukuran tambahan yaitu antena2 dengan *rectifier2*. Pada semua pengukuran, antena1 dan antena2 bertindak sebagai penerima yang akan diteruskan ke *rectifier*, sedangkan pemancar menggunakan pemancar 2.4 GHz dengan daya 5 watt. Antena dengan *rectifier* diuji dengan melakukan pengukuran daya yang diterima terhadap jarak mulai dari 10 cm – 100 cm.

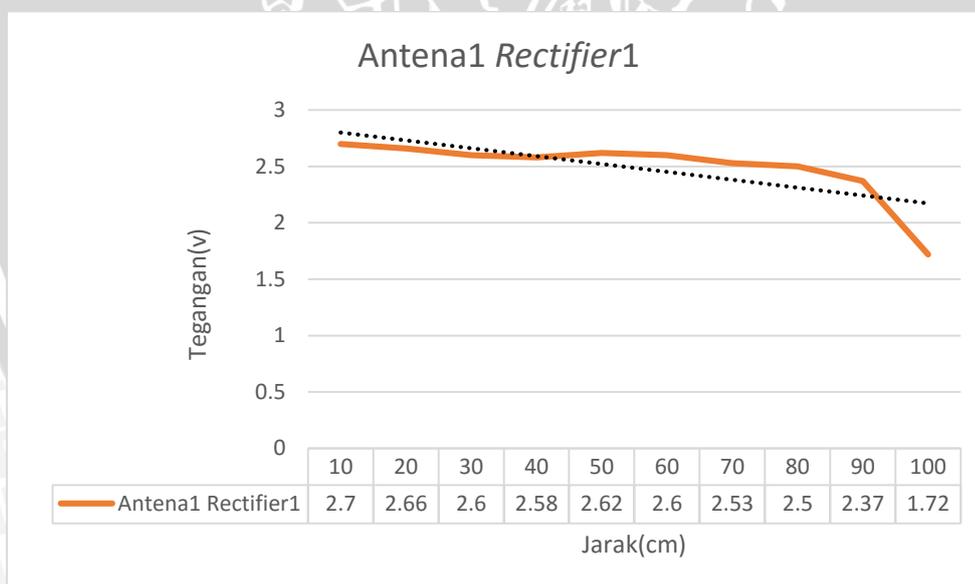
4.2.1 Antena1 dengan *Rectifier1*

Pada pengukuran ini pada jarak 10 cm dengan tegangan *rectifier* 2,7 v dan hingga jarak 80 cm dengan tegangan *rectifier* 2,5 v lampu menyala. Namun pada jarak 90 cm tegangan *rectifier* menjadi 2,37 v dan lampu tidak menyala. Untuk menentukan secara detail kapan lampu menyala / tidak maka akan di rata – rata antara 2,5 v dan 2,37 v yaitu 2,435 v. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran antena1 dengan *rectifier*1

No.	Jarak(cm)	Menyala/Tidak	Tegangan(v)
1	10	Menyala	2.7
2	20	Menyala	2.66
3	30	Menyala	2.6
4	40	Menyala	2.58
5	50	Menyala	2.62
6	60	Menyala	2.6
7	70	Menyala	2.53
8	80	Menyala	2.5
9	90	Tidak	2.37
10	100	Tidak	1.72

Pada antena1 *rectifier*1 semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antena yang otomatis akan mengurangi *output* pada *rectifier*1. Untuk melihat seberapa penurunannya, maka dari Tabel 4.1 di jadikan grafik seperti pada **Gambar 4.21** dan garis titik – titik warna hitam merupakan garis regresi.

**Gambar 4.21** Grafik pengukuran antena1 dengan *rectifier*1

4.2.2 Antena2 dengan *Rectifier*1

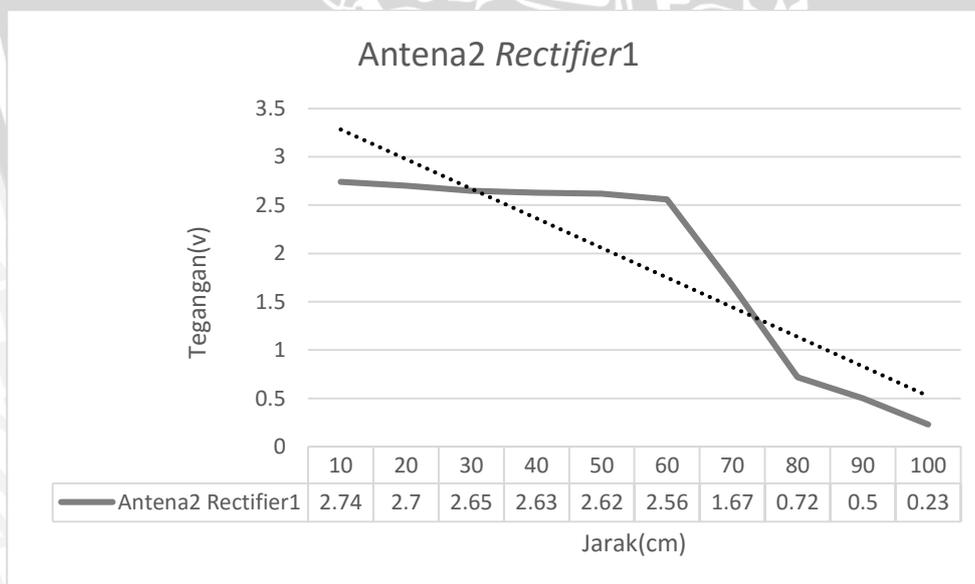
Pada pengukuran ini pada jarak 10 cm dengan tegangan *rectifier* 2,74 v dan hingga jarak 60 cm dengan tegangan *rectifier* 2,56 v lampu menyala. Namun pada jarak 70 cm tegangan *rectifier* menjadi 1,67 v dan lampu tidak menyala. Untuk

menentukan secara detail kapan lampu menyala / tidak maka akan di rata – rata antara 2,56 v dan 1,67 v yaitu 2,115 v. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran antena2 dengan *rectifier1*

No.	Jarak(cm)	Menyala/Tidak	Tegangan(v)
1	10	Menyala	2.74
2	20	Menyala	2.7
3	30	Menyala	2.65
4	40	Menyala	2.63
5	50	Menyala	2.62
6	60	Menyala	2.56
7	70	Tidak	1.67
8	80	Tidak	0.72
9	90	Tidak	0.5
10	100	Tidak	0.23

Pada antena2 *rectifier1* semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antena yang otomatis akan mengurangi *output* pada *rectifier1*. Untuk melihat seberapa penurunannya, maka dari Tabel 4.2 di jadikan grafik seperti pada **Gambar 4.22** dan garis titik – titik warna hitam merupakan garis regresi.



Gambar 4.22 Grafik pengukuran antena2 dengan *rectifier1*

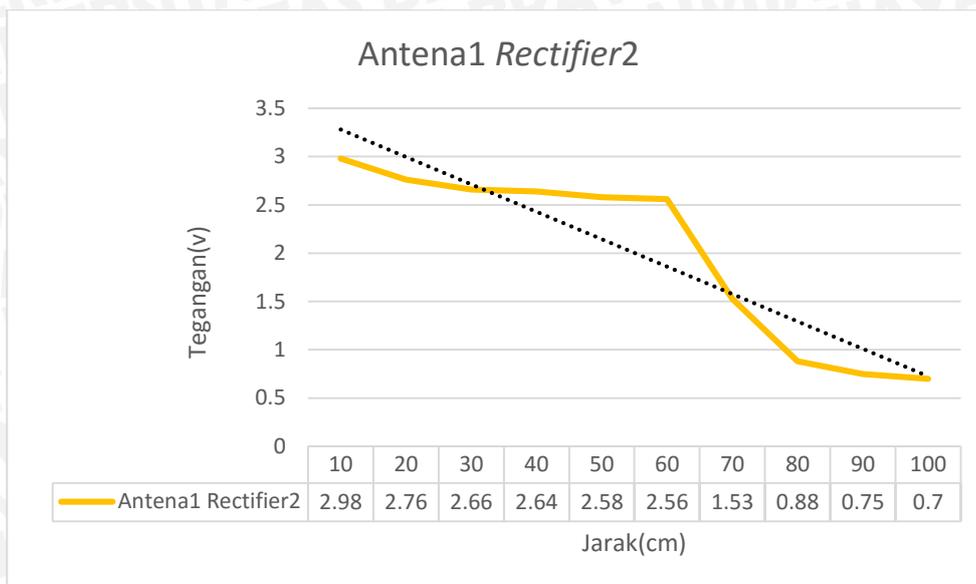
4.2.3 Antena1 dengan Rectifier2

Pada pengukuran ini pada jarak 10 cm dengan tegangan *rectifier* 2,98 v dan hingga jarak 60 cm dengan tegangan *rectifier* 2,56 v lampu menyala. Namun pada jarak 70 cm tegangan *rectifier* menjadi 1,53 v dan lampu tidak menyala. Untuk menentukan secara detail kapan lampu menyala / tidak maka akan di rata – rata antara 2,56 v dan 1,53 v yaitu 2,045 v. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran antena1 dengan *rectifier*2

No.	Jarak(cm)	Menyala/Tidak	Tegangan(v)
1	10	Menyala	2.98
2	20	Menyala	2.76
3	30	Menyala	2.66
4	40	Menyala	2.64
5	50	Menyala	2.58
6	60	Menyala	2.56
7	70	Tidak	1.53
8	80	Tidak	0.88
9	90	Tidak	0.75
10	100	Tidak	0.7

Pada antena1 *rectifier*2 semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antena yang otomatis akan mengurangi *output* pada *rectifier*2. Untuk melihat seberapa penurunannya, maka dari Tabel 4.3 di jadikan grafik seperti pada **Gambar 4.23** dan garis titik – titik warna hitam merupakan garis regresi.



Gambar 4.23 Grafik pengukuran antena1 dengan rectifier2

4.2.4 Antena2 dengan Rectifier2

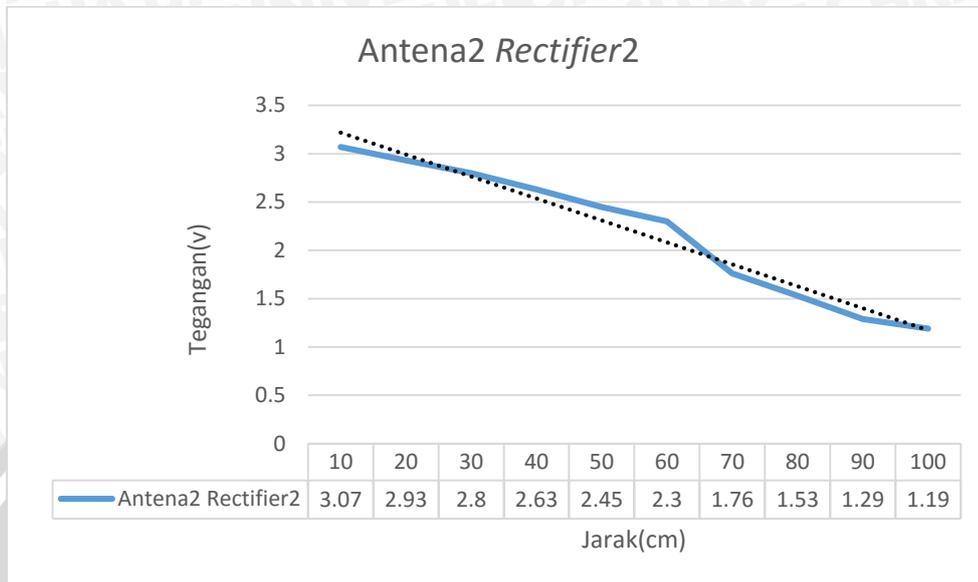
Pada pengukuran ini pada jarak 10 cm dengan tegangan *rectifier* 3,07 v dan hingga jarak 40 cm dengan tegangan *rectifier* 2,63 v lampu menyala. Namun pada jarak 50 cm tegangan *rectifier* menjadi 2,45 v dan lampu tidak menyala. Untuk menentukan secara detail kapan lampu menyala / tidak maka akan di rata – rata antara 2,63 v dan 2,45 v yaitu 2,54 v. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Hasil pengukuran antena2 dengan rectifier2

No.	Jarak(cm)	Menyala/Tidak	Tegangan(v)
1	10	Menyala	3.07
2	20	Menyala	2.93
3	30	Menyala	2.8
4	40	Menyala	2.63
5	50	Tidak	2.45
6	60	Tidak	2.3
7	70	Tidak	1.76
8	80	Tidak	1.53
9	90	Tidak	1.29
10	100	Tidak	1.19

Pada antena2 *rectifier2* semakin jauh jaraknya maka semakin rendah daya yang diterima antena yang otomatis akan mengurangi *output* pada *rectifier2*. Untuk melihat seberapa penurunannya, maka dari Tabel 4.4 di jadikan grafik

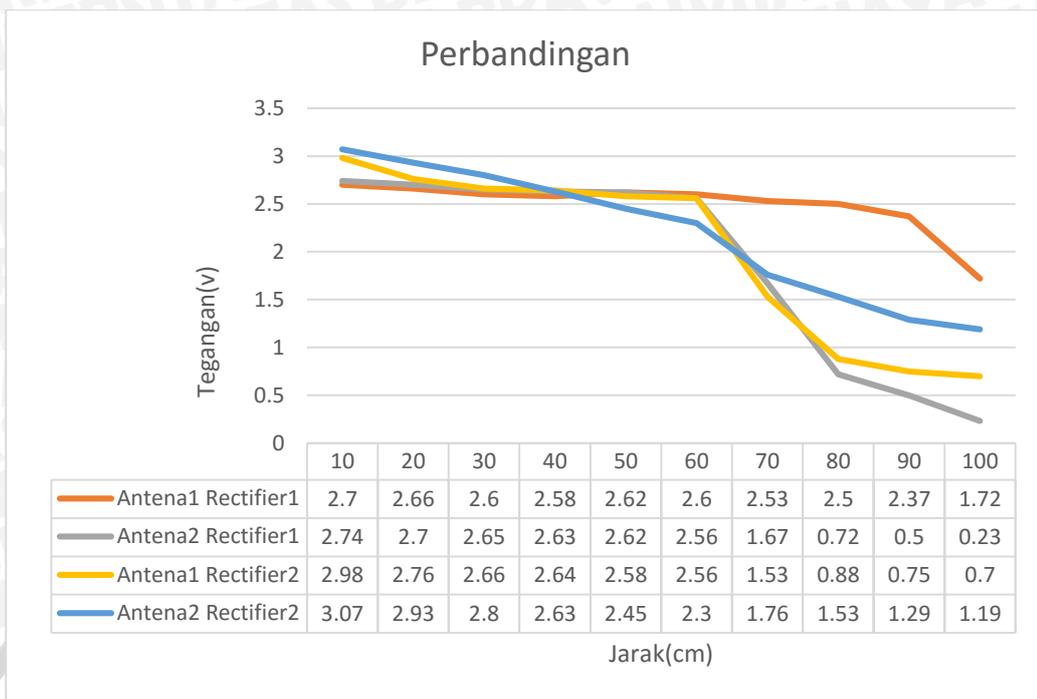
seperti pada **Gambar 4.24** dan garis titik – titik warna hitam merupakan garis regresi.



Gambar 4.24 Grafik pengukuran antena2 dengan *rectifier2*

4.2.5 Perbandingan

Perbandingan antena dan rectifier didapat dengan nilai tertinggi pada 10 cm adalah ketika antena2 dengan *rectifier2* dengan output 3,07 v sedangkan nilai tertinggi pada jarak 100 cm adalah ketika antena1 dengan *rectifier1* seperti pada **Gambar 4.25**.



Gambar 4.25 Grafik perbandingan

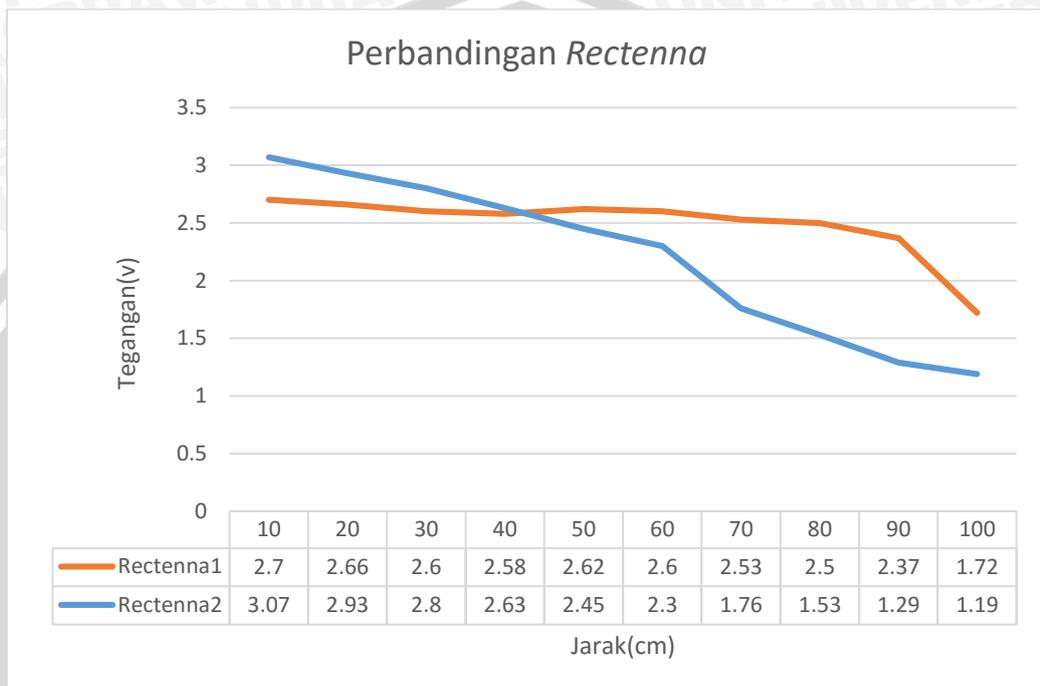
Hipotesa pertama yaitu rectifier2 lebih baik daripada rectifier1 karena dari rangkaian dapat meminimalkan *losses*. Dilakukan pengukuran ketika menggunakan antena1 dengan *rectifier1* dan antena1 dengan *rectifier2* hasilnya lebih baik *rectifier1* yang berarti hipotesa pertama tidak sesuai. Hipotesa pertama sesuai jika menggunakan antena2, seperti pada Gambar 4.25 antena2 dengan *rectifier2* lebih baik daripada antena2 dengan *rectifier1*.

Hipotesa kedua yaitu antena1 lebih baik daripada antena2 karena memiliki polarisasi sirkular. Dilakukan dengan pengukuran *rectifier1* menggunakan antena1 dibandingkan dengan *rectifier1* menggunakan antena2 hasilnya lebih baik ketika antena1 *rectifier1* yang berarti hipotesa kedua sesuai.

4.2.6 Pembuktian

Untuk membuktikan bahwa *rectenna* mampu mengurangi radiasi gelombang elektromagnetik maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan pasangan antena dan *rectifier* tertinggi, yaitu antena1 dengan *rectifier1* dan antena2 dengan *rectifier2*. Untuk memudahkan dalam penulisan, maka antena1 dengan *rectifier1* diberi nama *rectenna1* sedangkan antena dengan *rectifier2* diberi nama *Rectenna2*.

Cara pembuktian adalah menggunakan *rectenna2* diukur pada jarak 40 cm. Pada **Gambar 4.26** menunjukkan perbandingan antara *rectenna1* dan *rectenna2*. Menggunakan *rectenna2* karena pada Gambar 4.26 *rectenna2* menunjukkan penurunan yang drastis sehingga lebih mudah pembuktian jika menggunakan *rectenna2* daripada *rectenna1*. Sedangkan jarak 40 cm merupakan jarak yang dipilih karena perpotongan seperti pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Grafik perbandingan *rectenna*

Pertama, *rectenna2* diukur pada jarak 40 cm dan dicatat tegangan pada *output rectenna2* pada saat 5 detik seperti pada **Gambar 4.27** yaitu 2.66 v. Tegangan pada *output* pada saat 10 detik seperti pada **Gambar 4.28** yaitu 2.66 v. Tegangan pada *output* pada saat 10 detik seperti pada **Gambar 4.29** yaitu 2.66 v.



Gambar 4.27 Pembuktian1 saat 5 detik



Gambar 4.28 Pembuktian1 saat 10 detik

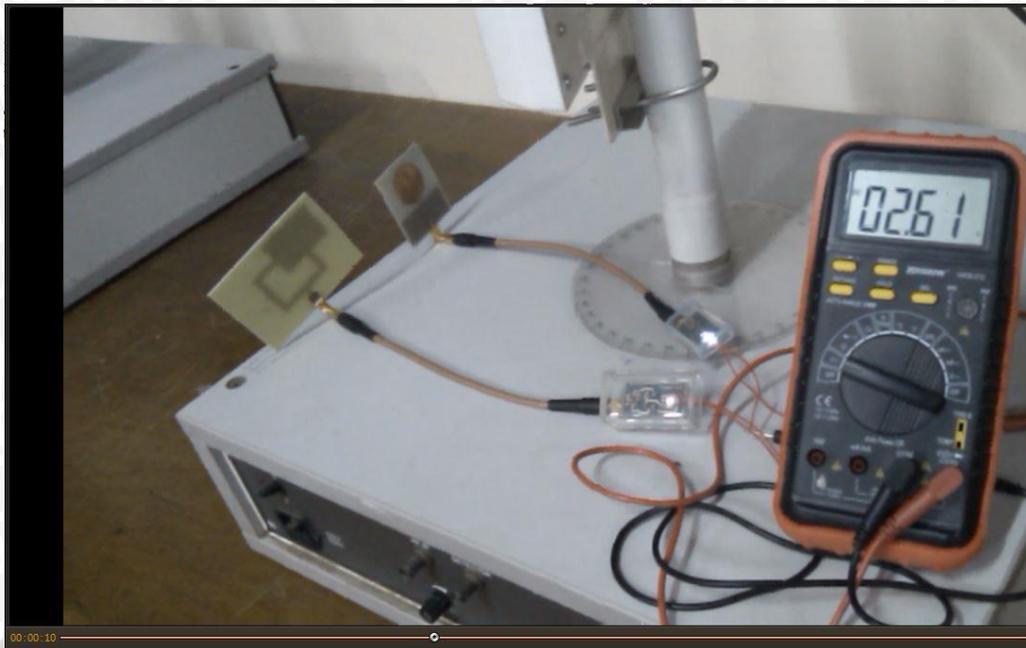


Gambar 4.29 Pembuktian1 saat 15 detik

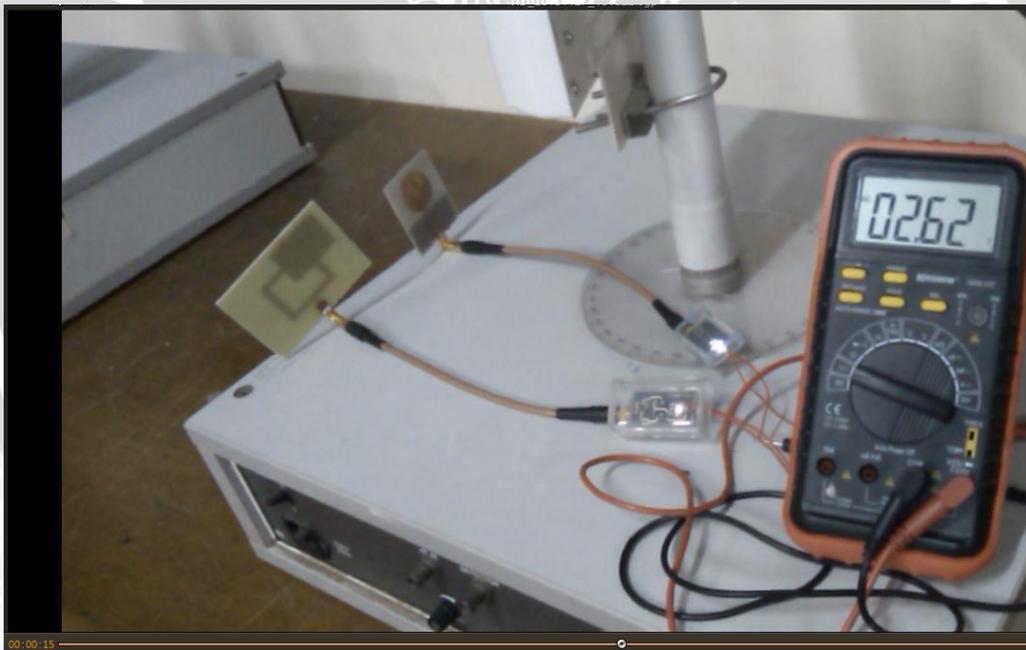
Kedua, terdapat penambahan *rectenna1* disamping *rectenna2*, *rectenna2* diukur pada jarak 40 cm dan dicatat tegangan pada *output rectenna2* pada saat 5 detik seperti pada **Gambar 4.30** yaitu 2.60 v. Tegangan pada *output* pada saat 10 detik seperti pada **Gambar 4.31** yaitu 2.61 v. Tegangan pada *output* pada saat 15 detik seperti pada **Gambar 4.32** yaitu 2.62 v.



Gambar 4.30 Pembuktian2 saat 5 detik



Gambar 4.31 Pembuktian 2 saat 10 detik

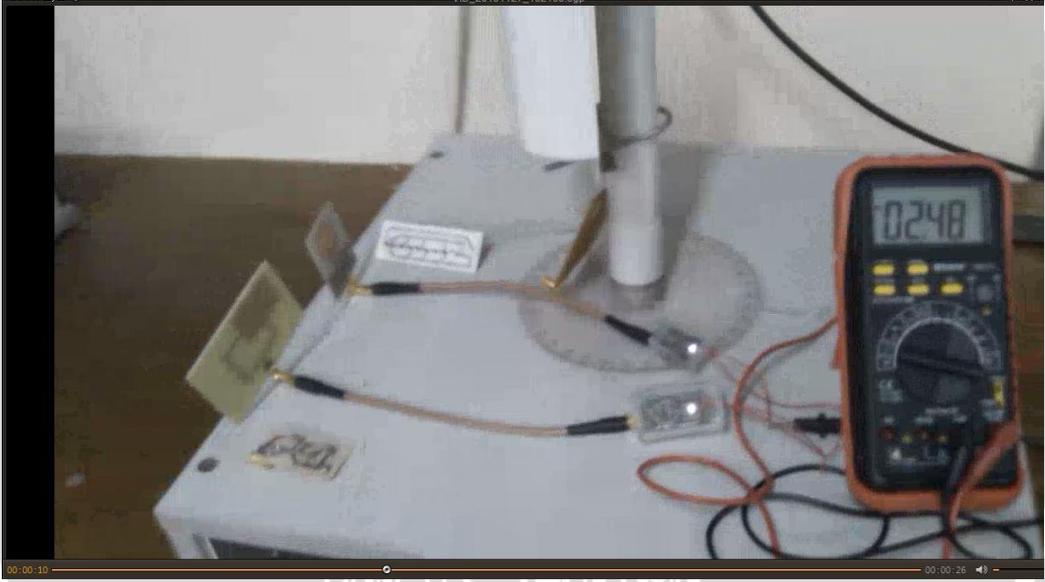


Gambar 4.32 Pembuktian 2 saat 15 detik

Ketiga, selain *rectenna1* dan *rectenna2* terdapat penambahan 3 buah *rectifier* yang disusun secara acak. *rectenna2* diukur pada jarak 40 cm dan dicatat tegangan pada *output rectenna2* pada saat 5 detik seperti pada Gambar 4.33 yaitu 2.47 v. Tegangan pada *output* pada saat 10 detik seperti pada Gambar 4.34 yaitu 2.48 v. Tegangan pada *output* pada saat 15 detik seperti pada Gambar 4.35 yaitu 2.48 v.

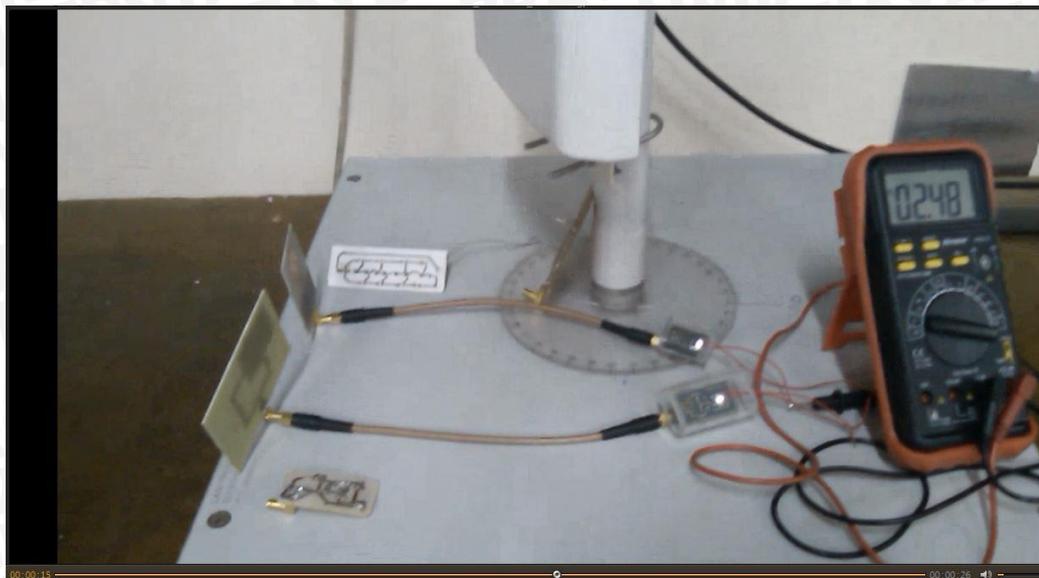


Gambar 4.33 Pembuktian3 saat 5 detik



Gambar 4.34 Pembuktian3 saat 10 detik



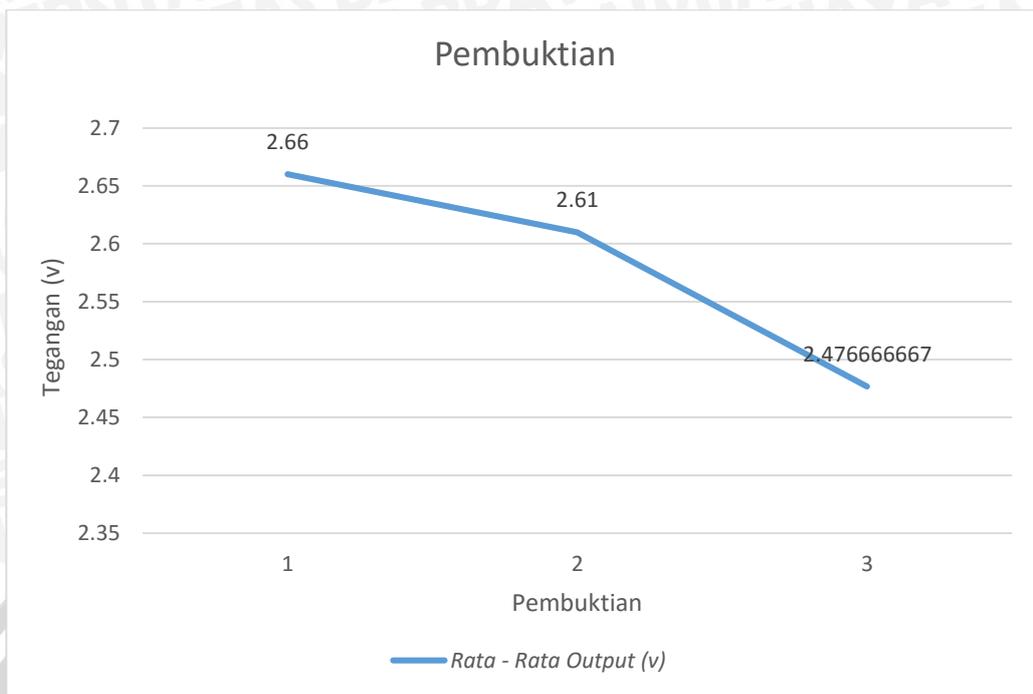


Gambar 4.35 Pembuktian3 saat 15 detik

Dengan 3 pembuktian di atas, maka terbukti jika semakin banyak *rectenna* maka semakin berkurang polusi gelombang elektromagnetik di udara. Berdasarkan 3 pembuktian dapat disimpulkan pada **Tabel 4.5** dan grafik menunjukkan penurunan pada *rectenna2* pada **Gambar 4.35**.

Tabel 4.5 Hasil Pembuktian

No.	Pembuktian	Waktu (s)	Jarak (cm)	Output (v)	Rata - Rata Output (v)
1	1	5	40	2.66	2.66
2		10		2.66	
3		15		2.66	
4	2	5		2.6	2.61
5		10		2.61	
6		15		2.62	
7	3	5		2.47	2.476666667
8		10		2.48	
9		15		2.48	



Gambar 4.36 Grafik Pembuktian

