

BAB IV

PENGUKURAN DAN ANALISIS

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini, yang akan dibahas adalah mengenai realisasi, pengukuran dan analisis dari antena yang telah di rancang sebelumnya berdasarkan hasil dari simulasi. Realisasi antena yang akan dirancang dimensinya sesuai dengan hasil simulasi sebelumnya. Selanjutnya melakukan pengukuran, pengukuran antena ini bertujuan untuk membandingkan hasil performansi dari simulasi dengan realisasi atau hasil fabrikasi yang berdasarkan hasil simulasi dan menganalisis setiap hasil parameter antena yang diukur. Pengukuran dilakukan di Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung, maka parameter-parameter yang diukur meliputi :

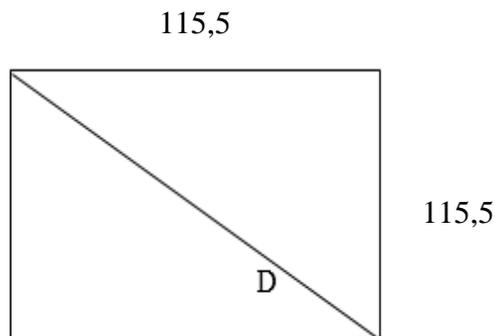
1. Return Loss
2. VSWR
3. Bandwidth
4. Pola Radiasi
5. Polarisasi
6. Gain

4.2 Syarat Melakukan Sebuah Pengukuran

Pengukuran antenna dilakukan menggunakan beberapa alat ukur dan pengaturan kalibrasi alat ukur dengan berdasarkan syarat-syarat dari pengukuran antenna. Pengukuran yang dilakukan ada 2 jenis yaitu pengukuran indoor (parameter return loss, vswr, bandwith dan impedansi) dan pengukuran outdoor (parameter polarisasi, polaradisi dan gain). Syarat untuk melakukan sebuah pengukuran antenna sebaiknya dilakukan di ruangan yang bebas pantulan. Pengukuran antenna yang baik adalah pengukuran yang dilakukan pada daerah medan jauh antenna dan kondisi ruang yang bebas pantulan atau refleksi. Hal ini dimaksudkan agar antenna tidak terpengaruh oleh medan dari benda-benda disekitarnya.

Lebih baik lagi jika melakukan sebuah pengukuran pada ruang yang bebas pantulan atau disebut juga ruang tanpa gema (anechoic chamber). Ruang tanpa gema merupakan salah satu cara untuk menghasilkan hasil pengukuran yang lebih akurat. Ruang tanpa gema itu sendiri sudah tersedia di LIPI Bandung namun butuh izin/persyaratan khusus untuk boleh melakukan pengukuran antenna.

Sesuai dengan syarat medan jauh, jarak pengukuran antenna pemancar dengan antenna penerima adalah lebih besar sama dengan $\frac{2D^2}{\lambda}$, sesuai dengan syarat medan jauh, dimana D adalah panjang dimensi terbesar antenna.



Gambar 4.1 Jarak Pengukuran Antena Pemancar Dengan Antena Penerima

$$D = \sqrt{115,5^2 + 115,5^2}$$

$$D = 163 \text{ mm} = 0,163 \text{ m}$$

Sedangkan nilai $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1,8 \times 10^9} = 0,166 \text{ m}$

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda} = \frac{2(0,163)^2}{0,166}$$

$$= \frac{0,053}{0,166} = 0,320 \text{ m}$$

Jadi, syarat medan jauhnya adalah $R \geq \frac{2D^2}{\lambda} = 0,320 \text{ m}$.

Adapun hal yang harus diperhatikan dalam melakukan sebuah proses pengukuran antena (kondisi ideal pada saat melakukan pengukuran) adalah sebagai berikut:

1. Frekuensi sistem harus stabil dan tidak boleh berubah-ubah.
2. Kriteria medan jauh harus dipenuhi.
3. Lingkungan bebas pantulan.

4. Lingkungan harus bebas dari noise dan interferensi benda-benda sekelilingnya.
5. Impedansi harus sesuai.
6. Antena diarahkan sesuai dengan sumbu utama (boresight).

Namun pada kenyataannya kondisi ideal di atas sangat sulit untuk dicapai karena pada saat pengukuran kondisi yang terjadi adalah :

1. Pengukuran antena sering kali dipengaruhi oleh pantulan gelombang yang tidak diinginkan, karena pengukuran tidak dilakukan di ruangan tanpa gema.
2. Pengukuran pola radiasi, polarisasi, dan gain dilakukan outdoor. Namun kondisi pengukuran masih belum sepenuhnya sempurna karena ruangan tanpa gema dibiarkan terbuka untuk mengurangi panas atau suhu udara yang seharusnya tetap stabil pada saat pengukuran, dan hal tersebut sangat berpengaruh terhadap nilai pengukuran.

4.3 Alat Ukur Yang Digunakan

Adapun alat ukur yang digunakan untuk mengukur parameter antena adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Alat Ukur Yang Digunakan

No	Parameter antena	Alat yang digunakan
1	<i>Return Loss</i>	Network Analyzer
2	<i>VSWR</i>	Network Analyzer
3	Impedansi	Network Analyzer
4	Bandwidth	Network Analyzer
5	Pola radiasi dan Polarisasi, dan Gain	Spektrum Analyzer
		Holder (tiang Penyangga)
		Antena referensi atau <i>Horn</i>
		Sweep Oscillator

a. Network Analyzer

Merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur parameter medan jauh dan medan dekat pada antena. Parameter medan dekat sendiri terdiri dari *Return Loss*, *VSWR*, Impedansi dan *Bandwidth* antena. Sedangkan pada medan jauh terdiri dari Gain, Pola radiasi dan Polarisasi antena.

b. *Spectrum analyzer*

Merupakan alat ini berfungsi untuk mengetahui besar dari level daya terima dari antena yang diukur. Dalam penggunaannya *spectrum analyzer* ditempatkan pada antena penerima (Rx) yang akan menampilkan level daya terima melalui pengukuran inilah dapat diketahui karakteristik level sinyal pada antena tersebut.

c. Antena referensi atau *Horn*

Antena Horn digunakan dalam transmisi dan penerimaan sinyal RF microwave. Dalam pengukuran yang sudah dilakukan Antena Horn berfungsi

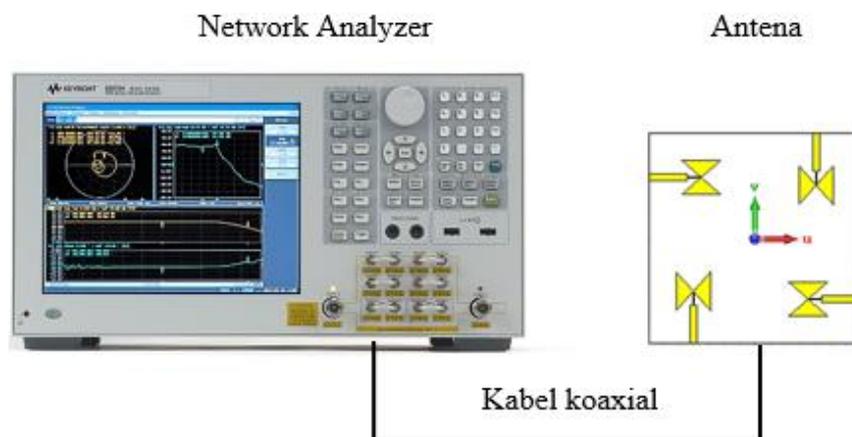
sebagai transmisi sinyal microwave yang nantinya di terima oleh antena mikrostrip. Spectrum analyzer akan menampilkan level daya terima antena mikrostrip tersebut.

d. Sweep Oscilator

Alat ini digunakan untuk mengatur gain, polarisasi, dan pola radiasi. Dalam pengukuran yang telah dilakukan, Signal Generator ditempatkan pada antena pemancar *Horn* (Tx) yang berfungsi memberi level daya.

4.4 Pengukuran Parameter Return Loss, VSWR, Bandwith Dan Impedansi

Pengukuran parameter-parameter antena return loss, VSWR, dan impedansi dilakukan di dalam ruangan (indoor) atau disebut juga pengukuran medan dekat dengan menggunakan alat ukur Vector Network Analyzer dengan frekuensi operasi 300 kHz - 20 GHz. Konfigurasi pengukuran ditunjukkan pada gambar berikut ini :



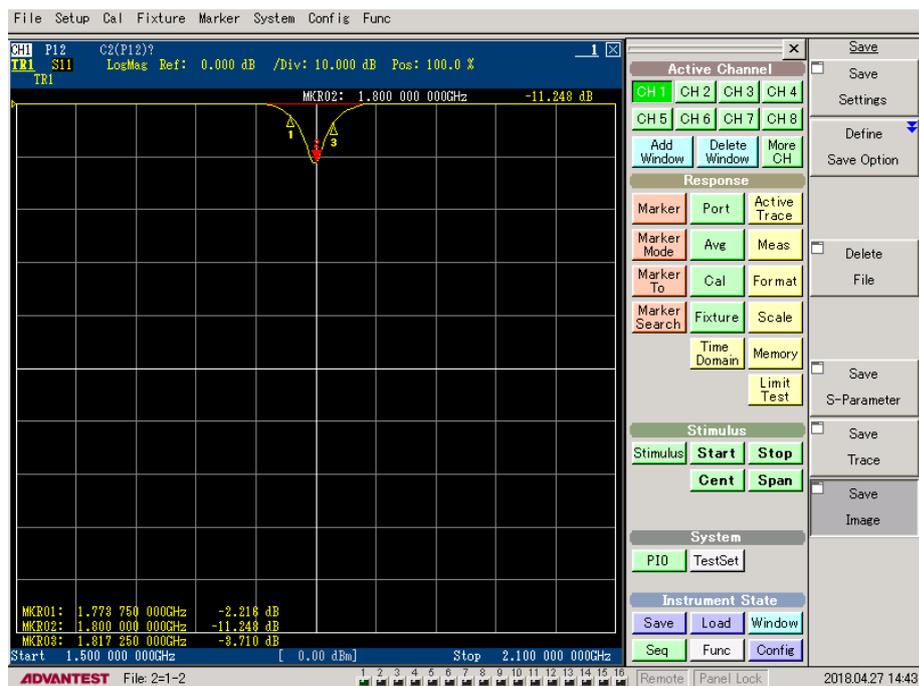
Gambar 4.2 Konfigurasi Pengukuran Return Loss, VSWR, Bandwith Dan Impedansi

4.5 Hasil Pengukuran Return Loss, VSWR, Bandwith Dan Impedansi

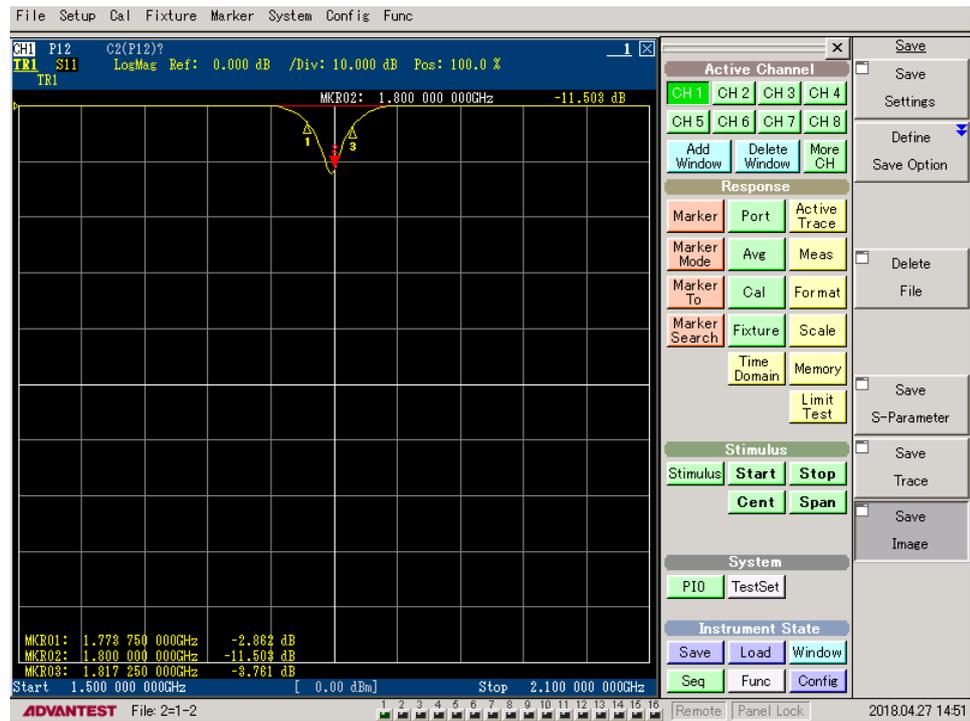
Pengukuran dengan Network Analyzer ini dilakukan dengan rentang frekuensi dari 1,4 GHz sampai dengan 2,2 GHz dengan frekuensi kerja atau frekuensi tengah 1,8 GHz. Hasil pengukurannya ditunjukkan pada gambar berikut ini .

4.5.1 Return Loss

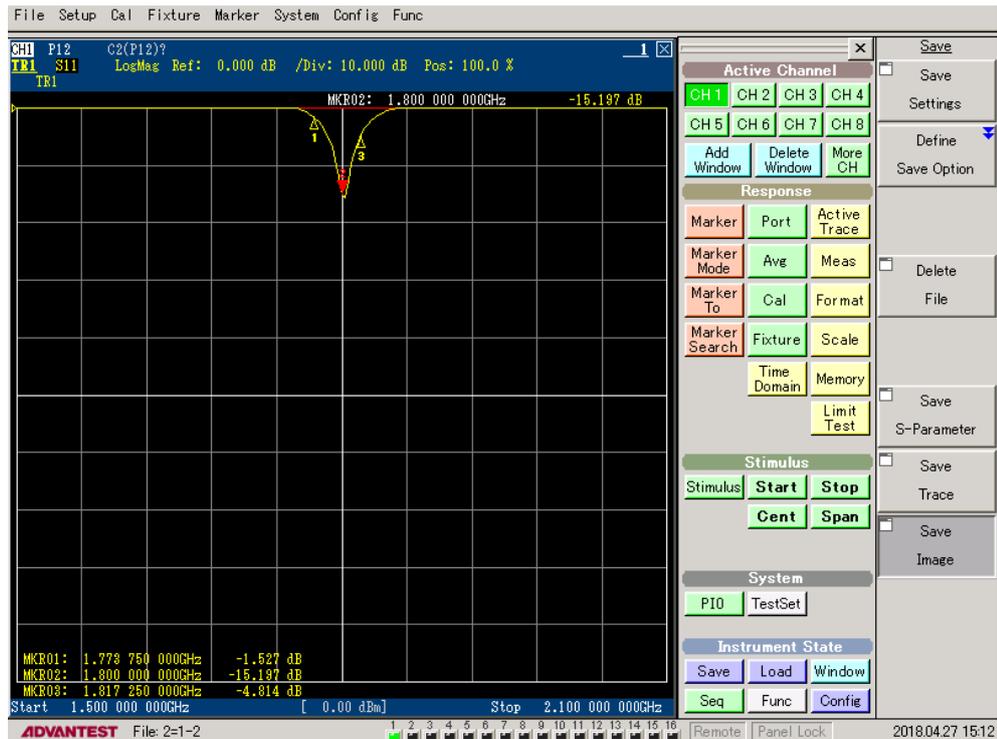
Berikut merupakan hasil dari pengukuran indoor yang telah dilakukan menggunakan Vector Network Analyzer (VNA) marker diletakkan pada frekuensi bawah, tengah, dan atas. Parameter return loss atau sering disebut S11 yaitu parameter yang menunjukkan nilai daya refleksi dari suatu antenna biasanya nilai yang baik untuk nilai return loss atau S11 adalah kurang dari -10 dBi. Berikut ini gambar menunjukkan nilai return loss tiap antenna :



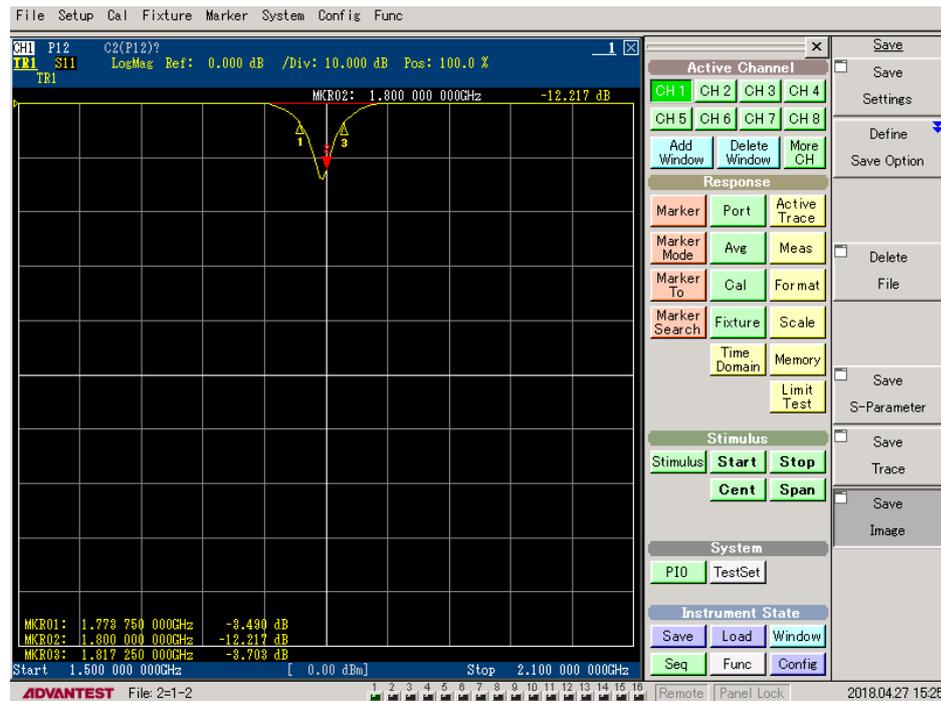
Gambar 4.3 Gafik Pengukuran Return Loss Patch 1



Gambar 4.4 Grafik Pengukuran Return Loss Patch 2



Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Return Loss Patch 3

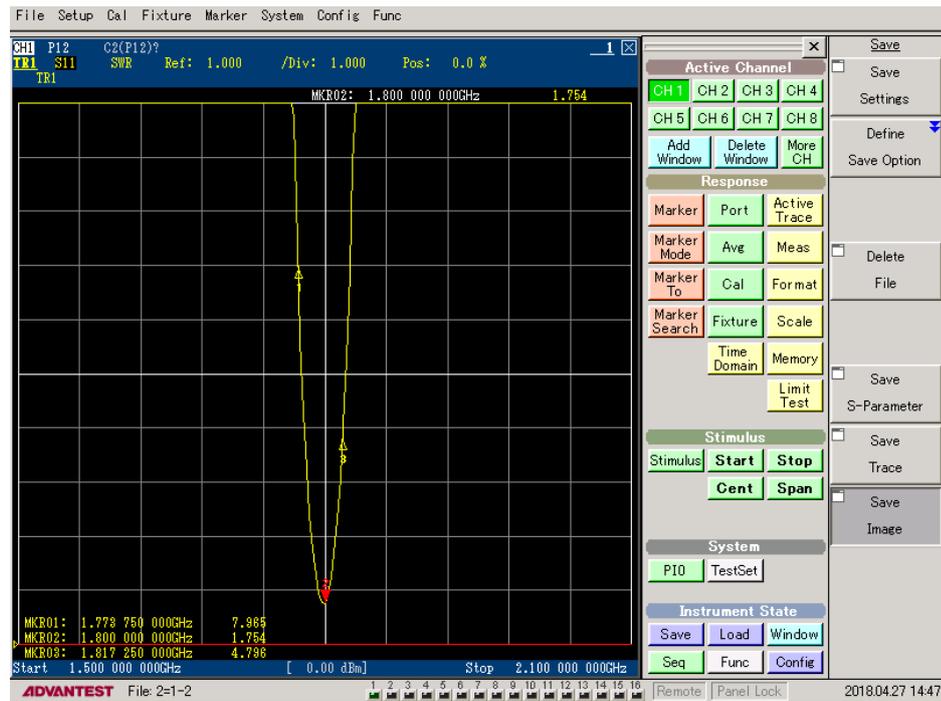


Gambar 4.6 Grafik Pengukuran Return Loss Patch 4

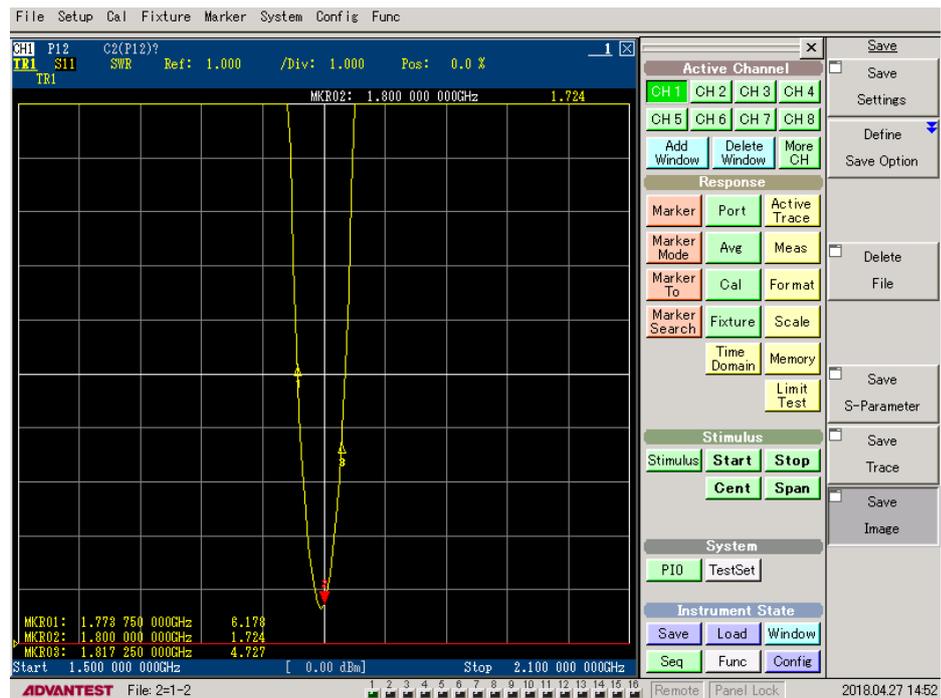
Dari hasil pengukuran menggunakan Network Analyzer di atas, nilai return loss pada frekuensi 1,8 GHz pada patch 1 sebesar -11,248 dB, patch 2 sebesar -11,503 dB, patch 3 sebesar -15,197 dB, patch 4 sebesar -12,217 dB. Pada spesifikasi awal nilai return loss < -20 dB. Nilai return loss yang baik kurang dari -10 dB. Jika pada frekuensi kerja 1,8 GHz menunjukkan bahwa nilai Return Loss diatas masih baik dan sudah terpenuhi.

4.5.2 VSWR

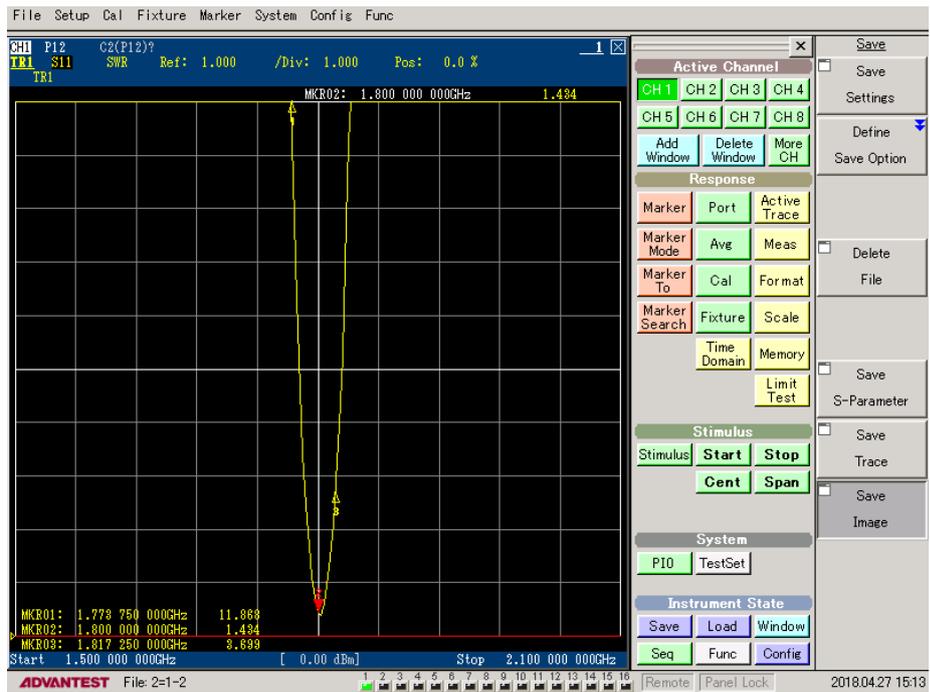
Berikut ini hasil pengukuran nilai parameter VSWR yang didapatkan dengan Network Analyzer.



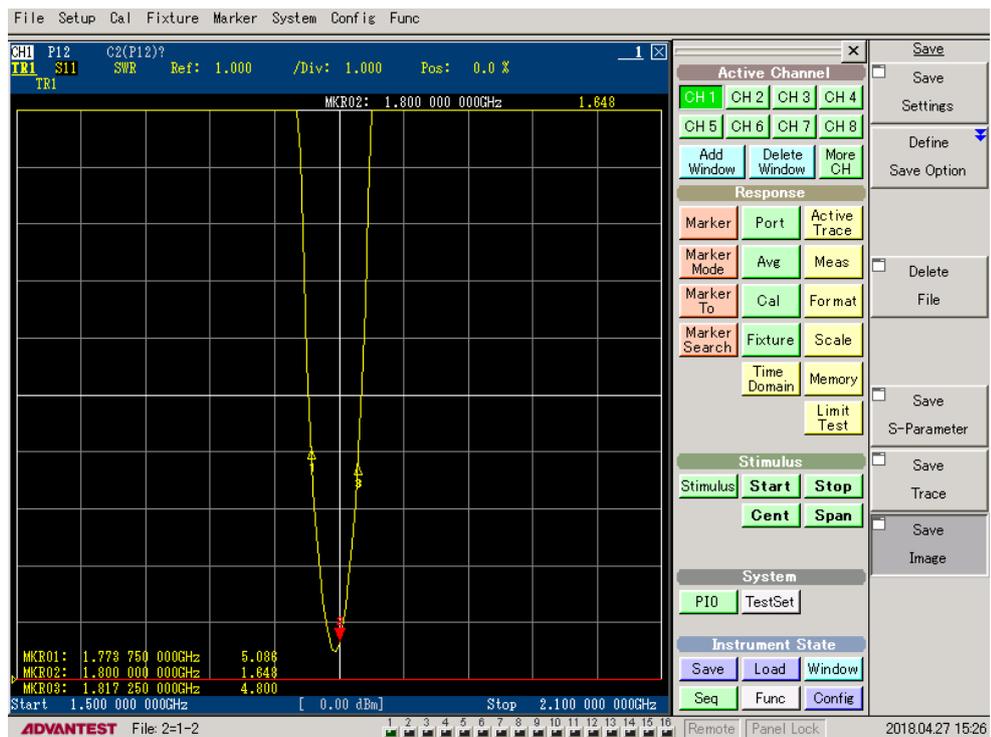
Gambar 4.7 Grafik Pengukuran VSWS Patch 1



Gambar 4.8 Grafik Pengukuran VSWS Patch 2



Gambar 4.9 Grafik Pengukuran VSWR Patch 3

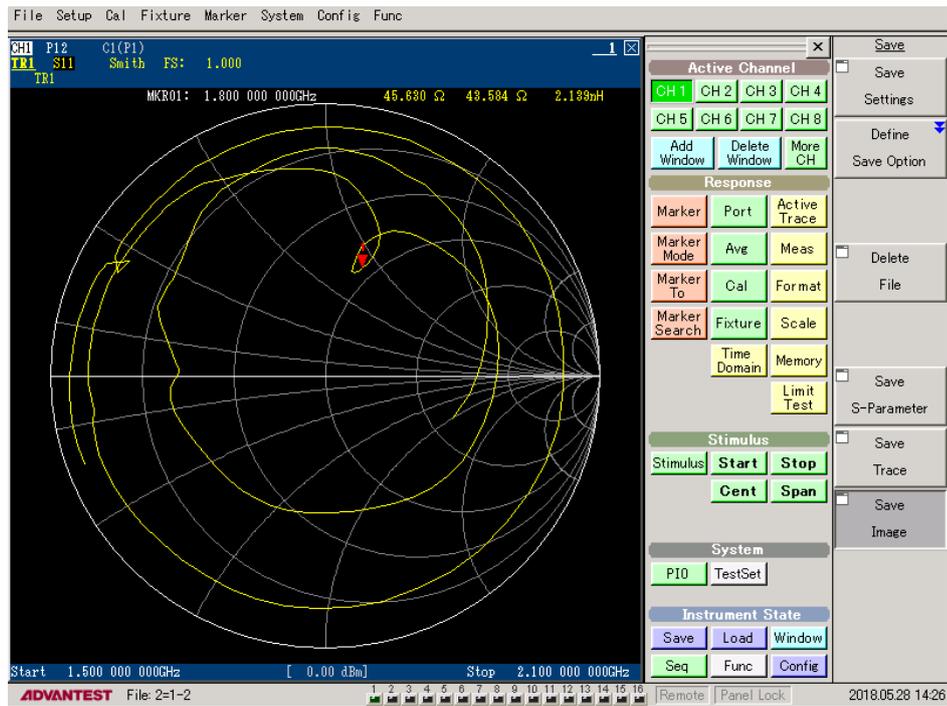


Gambar 4.10 Grafik Pengukuran VSWR Patch 4

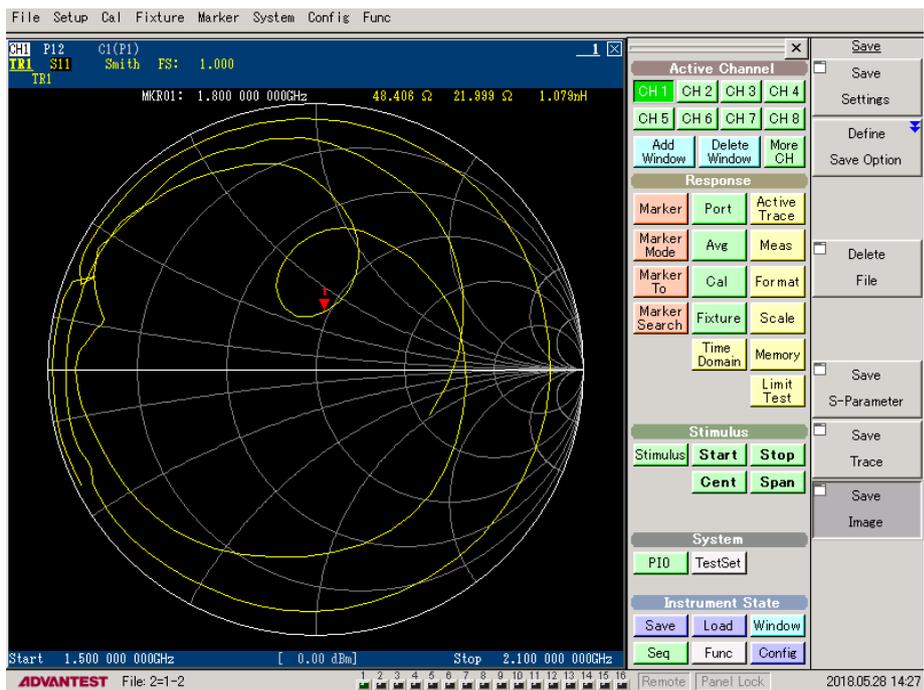
Pada pengukuran parameter VSWR yang telah dilakukan, VSWR pada dasarnya diperuntukkan untuk mengetahui apakah antenna yang digunakan sudah sepadan dengan saluran yang digunakan atau tidak. Nilai VSWR patch 1 didapat sebesar 1,754, pada patch 2 didapat sebesar 1,724, pada patch 3 didapat sebesar 1,434, dan pada patch 4 didapat sebesar 1,648. VSWR yang baik adalah bernilai 1, akan tetapi pada kenyataannya nilai tersebut sulit untuk didapat. Pada spesifikasi awal nilai $VSWR \leq 2$ maka nilai yang sudah didapat pada pengukuran diatas sudah terpenuhi.

4.5.3 Impedansi

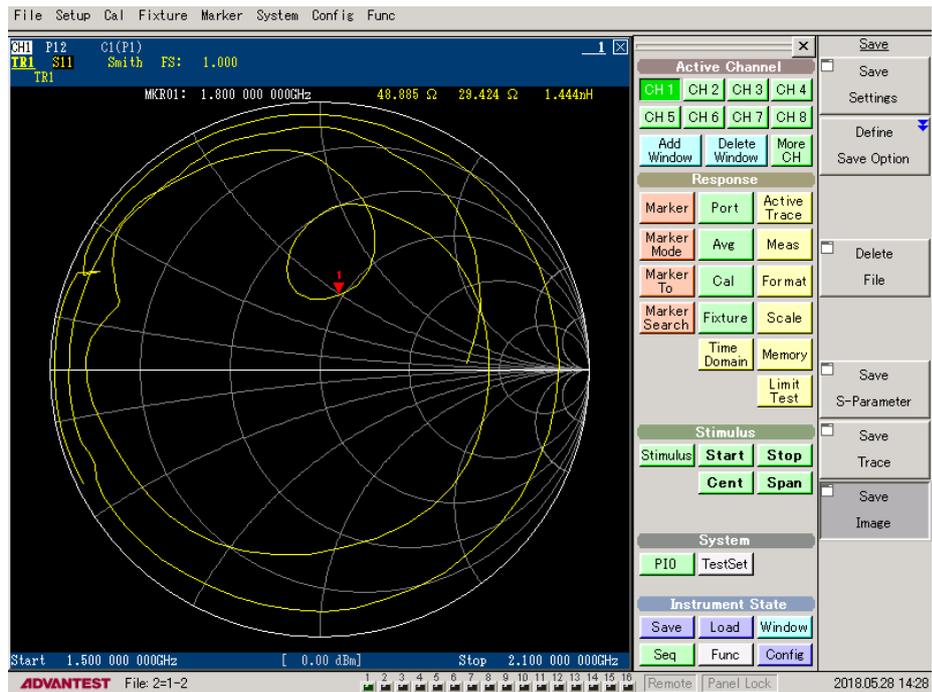
Impedansi antenna juga merupakan parameter antenna yang tidak lepas kaitannya dengan VSWR dimana dengan mengetahui nilai impedansi ini maka kita juga dapat mengetahui nilai VSWR antenna tersebut. Parameter ini digunakan untuk mengetahui hambatan dari antenna yang telah direalisasikan. Berikut ini adalah gambar hasil pengukuran impedansi :



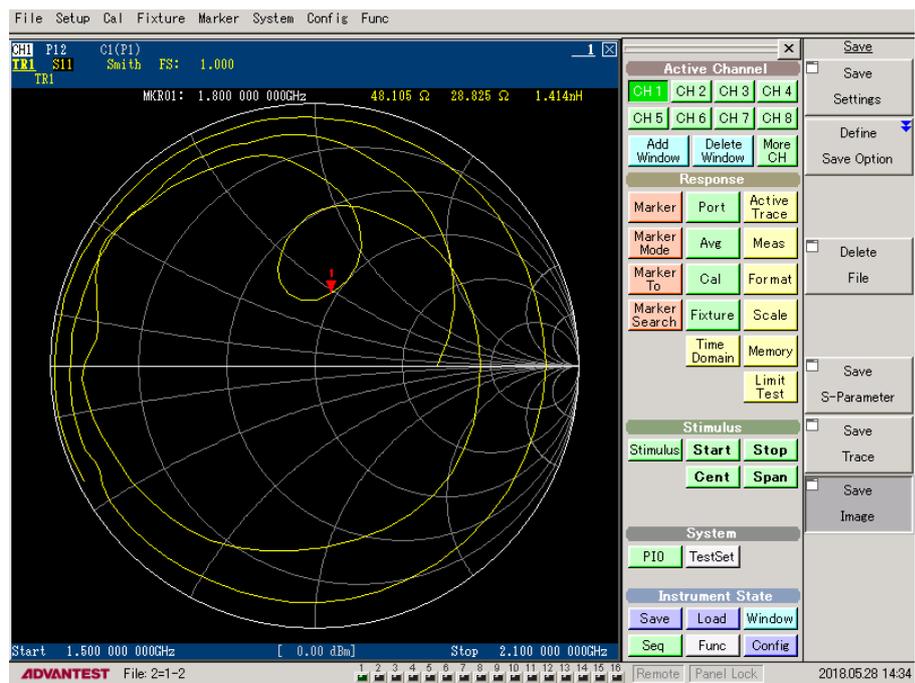
Gambar 4.11 Impedansi Antena Patch 1



Gambar 4.12 Impedansi Antena Patch 2



Gambar 4.13 Impedansi Antena Patch 3



Gambar 4.14 Impedansi Antena Patch 4

Agar terjadi transfer daya maksimum maka impedansi antenna dengan impedansi saluran transmisi harus sama. Impedansi input pada antenna sebesar 50Ω . Jika pada saat impedansi antenna sama dengan 50Ω , maka tidak akan terjadi koefisien pantul sehingga transfer daya akan maksimum. Impedansi sebuah antenna semakin mendekati 50Ω maka akan semakin baik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran VSWR, Return Loss, dan Impedansi

Patch	Frekuensi (GHz)	VSWR	Return Loss (dB)	Impedansi (Ω)
1	1,8	1,754	-11,248	45,63
2	1,8	1,724	-11,503	48,40
3	1,8	1,434	-15,197	48,88
4	1,8	1,648	-12,217	48,10

4.5.4 Bandwith

Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada $VSWR \leq 2$ nilai frekuensi bawah (f_l) adalah 1773 GHz sedangkan nilai frekuensi atas (f_u) adalah 1817 GHz sehingga bandwidth diperoleh dengan menggunakan persamaan rumus :

$$BW = f_u - f_l$$

$$BW = 1817 - 1773$$

$$= 44 \text{ MHz}$$

4.5.5 Mutual Coupling

Mutual coupling yaitu efek yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas parameter antenna karena adanya dua antenna atau lebih yang jaraknya terlalu berdekatan. Efek mutual coupling dapat menyebabkan perubahan pada parameter antenna baik gain, return loss, coupling, dan pola radiasi. Dalam sistem MIMO pengaruh efek mutual coupling diusahakan seminimal mungkin karena mempengaruhi performa setiap antenna. Dalam pengukuran ini hasil mutual coupling didapat dengan menggabungkan 2 antenna atau S parameter yaitu S_{12} , S_{23} , S_{34} , S_{14} . Dengan maksud untuk mengetahui apakah setiap antenna saling mempengaruhi. Hasil pengukuran mutual coupling dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.15 Mutual Coupling S_{12}

Gambar 4.16 Mutual Coupling S_{23} Gambar 4.17 Mutual Coupling S_{34}

Gambar 4.18 Mutual Coupling S_{14}

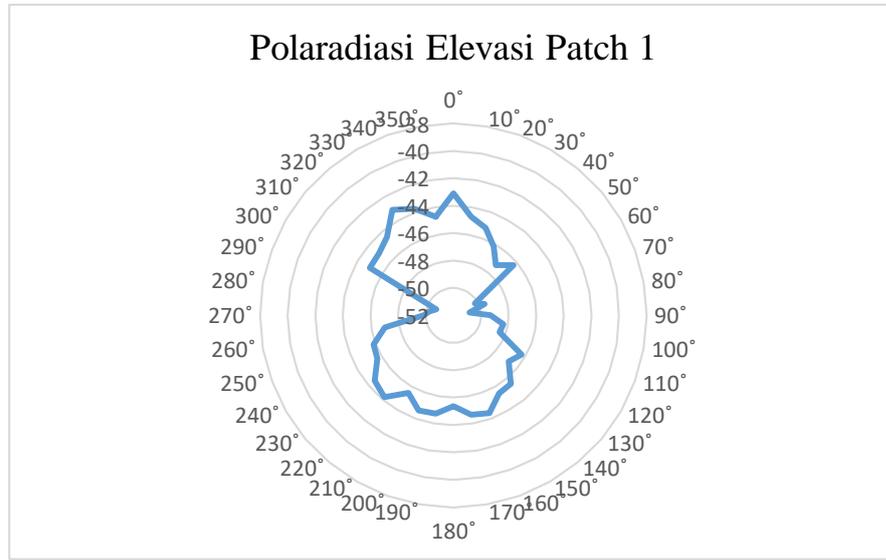
Tabel 4.3 Hasil pengukuran Mutual Coupling

Frekuensi (GHz)	S_{12}	S_{23}	S_{34}	S_{14}
1,8	-37,51	-38,87	-39,14	-39,86

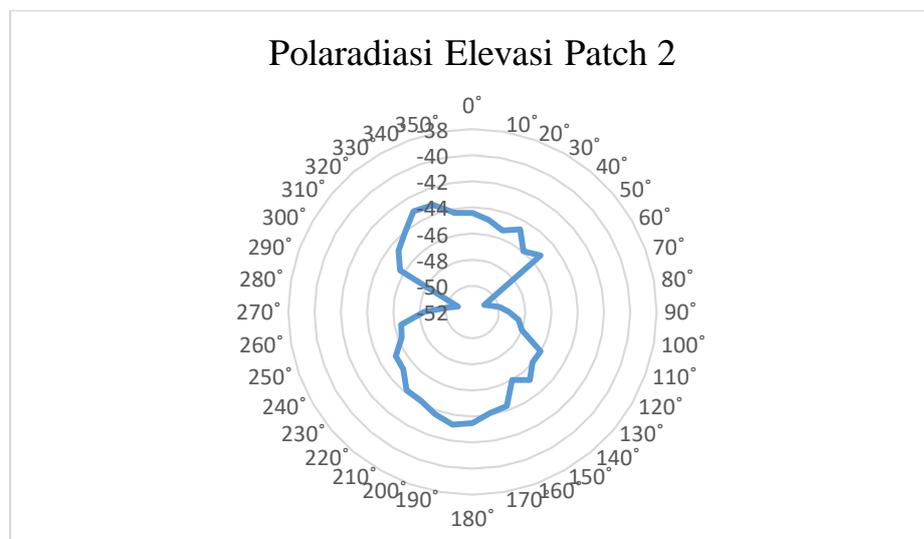
Antena yang ideal adalah antena yang mampu meneruskan seluruh daya yang dicatukan padanya. Daya tersebut selanjutnya diteruskan ke antena penerima. Diharapkan setiap antena tidak saling mempengaruhi. Nilai *mutual coupling* diharapkan sekecil mungkin. Perbandingan hasil pengukuran *mutual coupling* dengan simulasi diatas menunjukkan bahwa nilai mutual coupling

sangat baik. Parameter S yang baik bernilai < -20 dB yang menunjukkan baiknya isolasi antar antena.

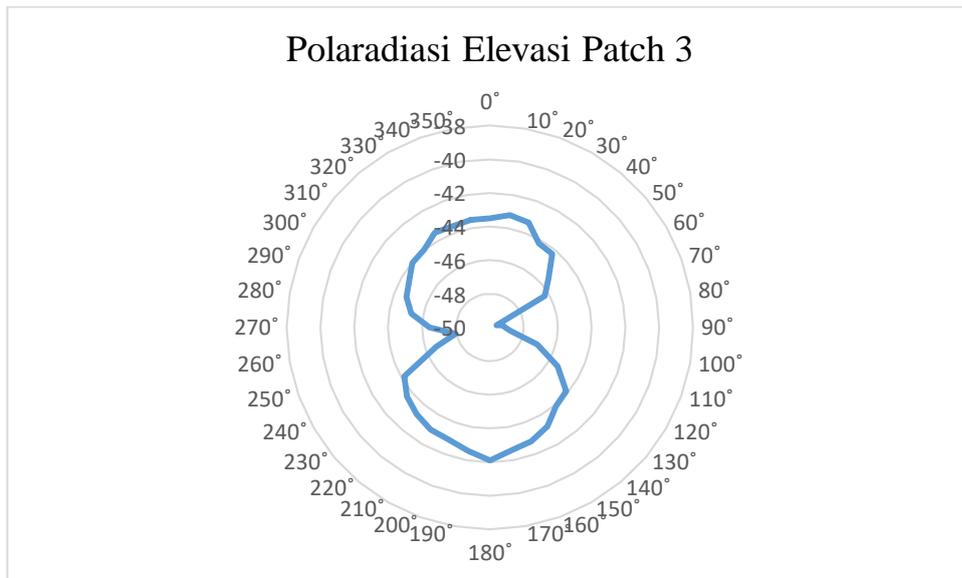
4.5.6 Pola Radiasi



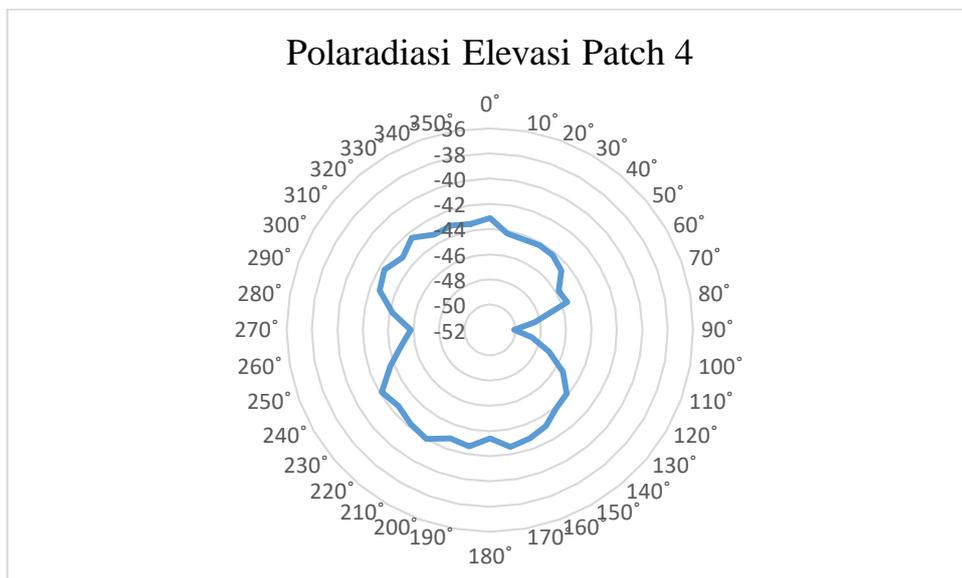
Gambar 4.19 Pengukuran Pola Radiasi Elevasi Patch 1



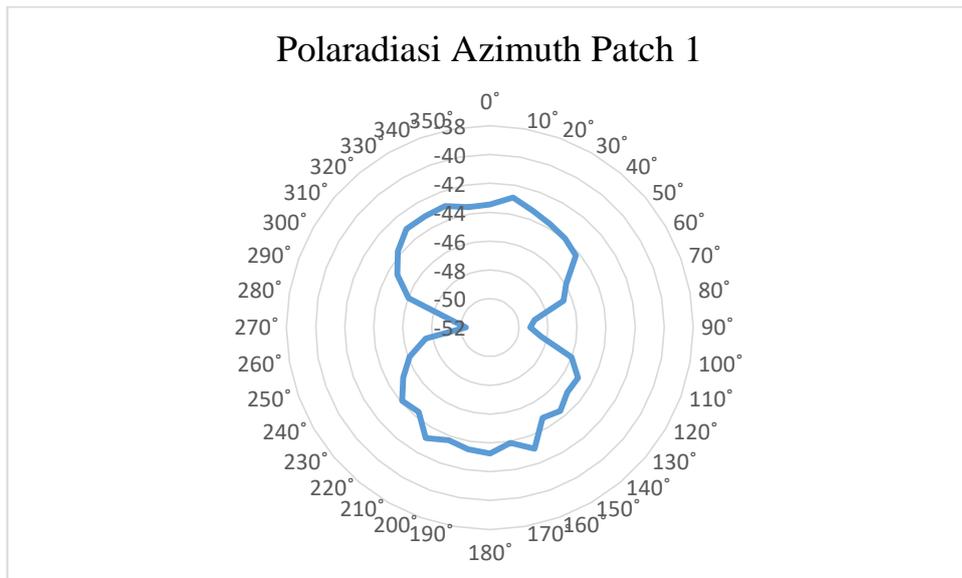
Gambar 4.20 Pengukuran Pola Radiasi Elevasi Patch 2



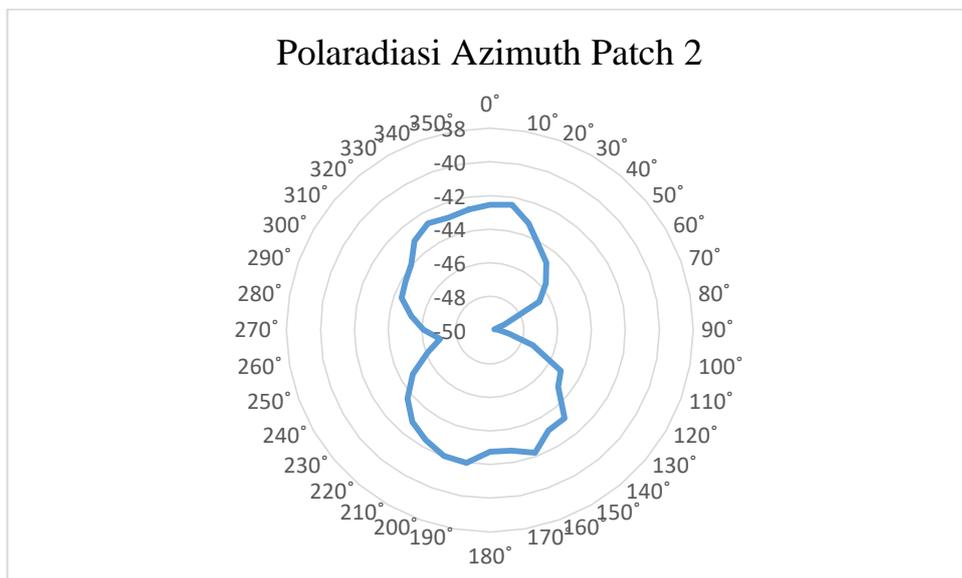
Gambar 4.21 Pengukuran Pola Radiasi Elevasi Patch 3



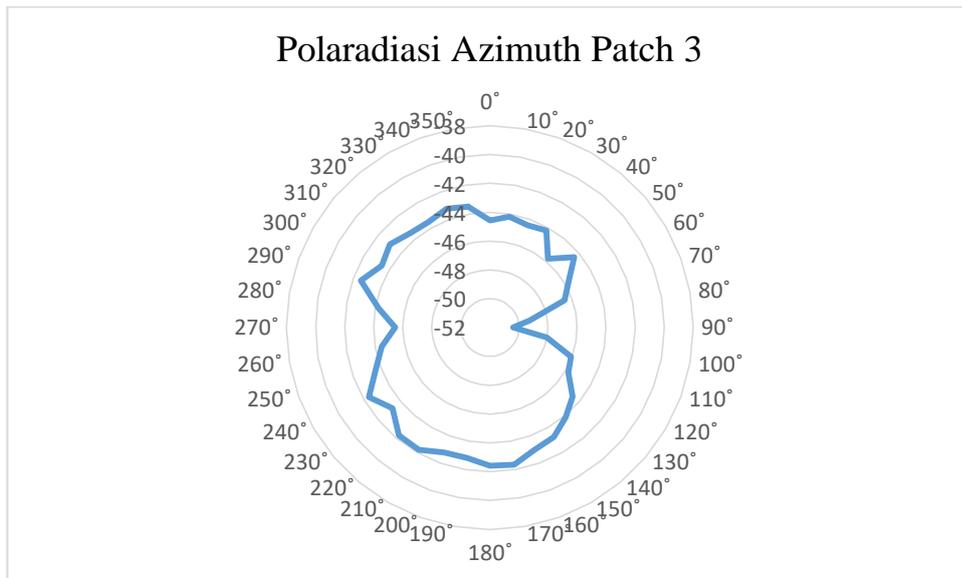
Gambar 4.22 Pengukuran Pola Radiasi Elevasi Patch 4



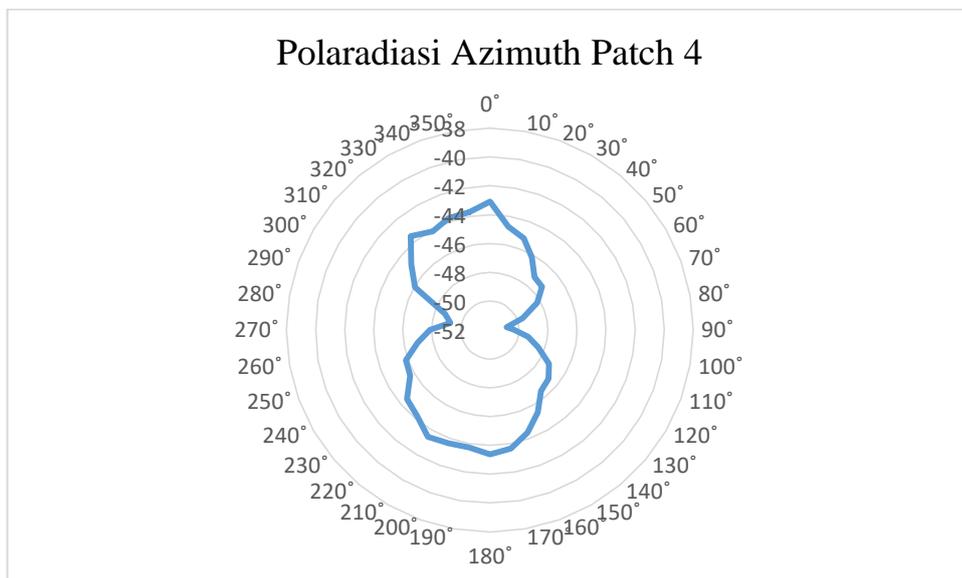
Gambar 4.23 Pengukuran Pola Radiasi Azimuth Patch 1



Gambar 4.24 Pengukuran Pola Radiasi Azimuth Patch 2



Gambar 4.25 Pengukuran Pola Radiasi Azimuth Patch 3



Gambar 4.26 Pengukuran Pola Radiasi Azimuth Patch 4

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan maka dapat dilihat pola radiasi baik secara azimuth maupun elevasi. Hasil yang didapatkan sudah mendekati

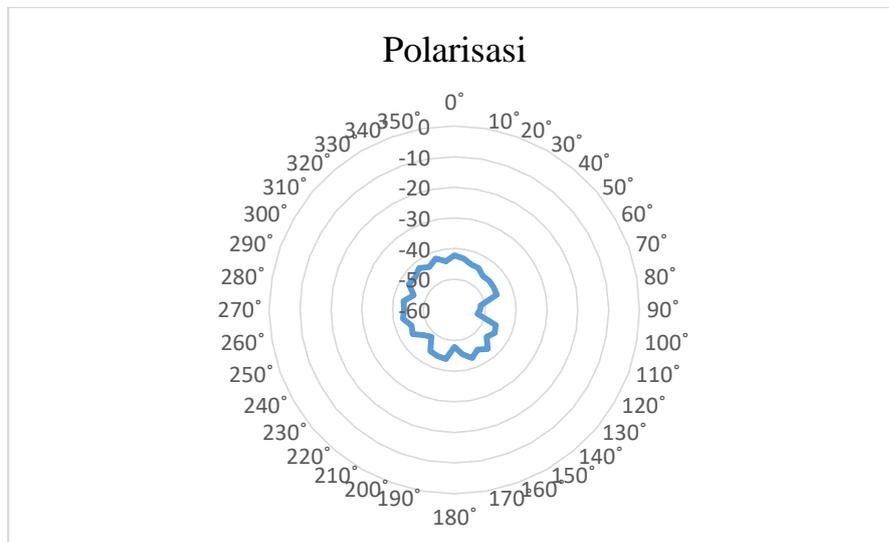
spesifikasi mau hasil simulasi. Pola radiasi yang didapatkan pada pengukuran ini adalah pola omnidirectional.

4.5.7 Polarisasi

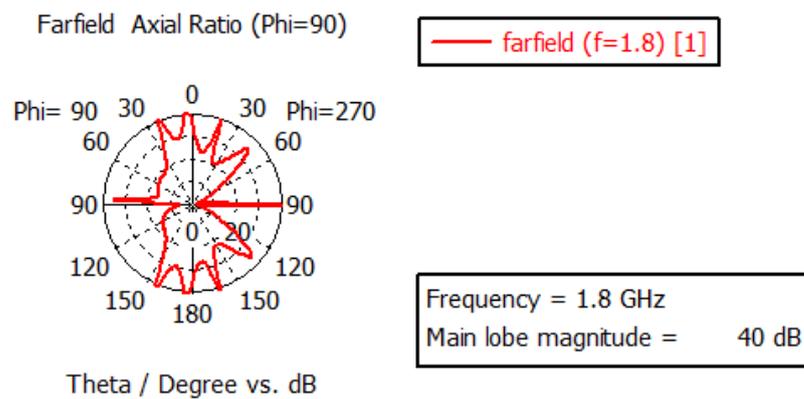
Pengukuran polarisasi suatu antena bertujuan untuk mengetahui pola atau cara rambat gelombang dari antena pada media propagasi. Polarisasi suatu antena pada arah tertentu adalah sebagai jejak arah medan elektrik dari gelombang yang dipancarkan oleh antena tersebut. Jika antena sebagai penerima maka polarisasi antena adalah jejak arah medan elektrik dari gelombang datang pada arah tertentu yang menghasilkan daya terima maksimum pada antena. Ada tiga jenis polarisasi gelombang yaitu linier, sirkular, dan eliptik. Prosedur pengukuran polarisasi antena tersebut adalah sebagai berikut:

1. dihubungkan antena pemancar ke Sweep Oscilator dan Antena Under Test (AUT) atau antena penerima dihubungkan ke Spectrum Analyzer.
2. Selanjutnya jarak pengukuran diatur sesuai syarat jarak untuk medan jauh.
3. Antena penerima diputar secara horizontal setiap 10° , hal ini dilakukan secara manual dikarenakan tidak ada alat putar otomatis untuk pengukuran polarisasi ini.
4. Catat hasil level daya terima pada Spectrum Analyzer.

Pengukuran polarisasi dilakukan pada satu antenna sebagai sampel untuk mewakili antenna lainnya. Perbandingan antara hasil pengukuran dan hasil simulasi dapat di lihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.27 Pengukuran Polarisasi



Gambar 2.28 Hasil Simulasi Polarisasi

Hasil pengukuran dan hasil simulasi terlihat ada perbedaan pola atau arah medan. Hasil pengukuran menunjukkan pola kesegala arah (Omnidirectional),

akan tetapi pada hasil simulasi penyebaran pola tidak terarah. Analisis hasil pengukuran polarisasi dapat dilihat penjelasan berikut ini :

Daya terima maksimum (sumbu mayor) = -42,22 dBm = $5,99 \times 10^{-8}$

Daya terima minimum (sumbu minor) = -52,39 dBm = $5,77 \times 10^{-9}$

Dengan analisis rasio kuat medan elektrik, maka dapat diketahui tipe polarisasinya. Hubungan daya kuat medan elektrik adalah

$$P_{\text{watt}} = \frac{E^2}{377} \times A_e \text{ maka } E = \sqrt{\frac{P_{\text{watt}} \times 377}{A_e}}$$

Rasio kuat medan elektrik (numerik)

$$\frac{E_{\text{mayor}}}{E_{\text{minor}}} = \frac{\sqrt{P_{\text{watt}} \text{ mayor}} \times 377}{\sqrt{P_{\text{watt}} \text{ minor}} \times 377}$$

$$= \frac{\sqrt{P_{\text{watt}} \text{ mayor}}}{\sqrt{P_{\text{watt}} \text{ minor}}}$$

$$= \frac{\sqrt{5,99 \times 10^{-8}}}{\sqrt{5,77 \times 10^{-9}}}$$

$$= \frac{0,0922}{0,0286}$$

$$= 3,22$$

Sehingga dari perhitungan rasio kuat medan elektrik dapat diketahui bahwa *Antena Under Test* (AUT) berpolarisasi elips dan polarisasi linear axial

rasio-nya adalah $1 < AR < \infty$, sedangkan untuk axial ratio untuk polarisasi sirkular sama dengan 1 dan axial ratio untuk polarisasi linear sama dengan ∞ . Antena yang telah direalisasikan memiliki nilai axial ratio sebesar 3,22.

4.5.8 Gain (Tanpa Corner Reflektor 90°)

Dalam pengukuran gain pada tugas akhir ini diambil dari pengukuran pola radiasi yang menghasilkan gain paling tinggi atau maximum pada rentang frekuensi 1,8 GHz sesuai dengan antena ini bekerja. Metode perhitungan yang digunakan adalah persamaan analisis gain. Antena sebagai elemen pasif dimaksudkan sebagai perbandingan besarnya radiasi daya antena under test pada arah pancar tertentu terhadap antena isotropis. Dengan menggunakan persamaan rumus dibawah ini maka :

$$G_{AUT} = P_u \text{ (dBm)} - P_R \text{ (dBm)} + G_{ref} \text{ (dBi)}$$

Dimana :

G_{AUT} = gain antena yang diukur

$P_u \text{ (dBm)}$ = level daya terima antena AUT

$P_R \text{ (dBm)}$ = level daya terima antena referensi

$G_{ref} \text{ (dBi)}$ = gain antena referensi atau horn bernilai 10 dBi. Nilai ini akan berubah tergantung dari spesifikasi antena ujinya.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 1

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-48,02	-43,55
2	-48,35	-42,58
3	-48,04	-42,27
4	-48,93	-42,95
5	-48,53	-42,29
Jumlah	-241,87	-213,64
Rata-rata	-48,37	-42,63

$$G_{AUT} = (-48,37) - (-42,63) + 10$$

$$= -5,74 + 10$$

$$= 4,26 \text{ dBi}$$

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 2

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-48,35	-42,4
2	-48,77	-42,58
3	-48,11	-42,27
4	-48,12	-42,15
5	-48,29	-42,38
Jumlah	-241,64	-211,78
Rata-rata	-48,32	-42,35

$$\begin{aligned}
 G_{\text{AUT}} &= (-48,32) - (-42,35) + 10 \\
 &= -5,97 + 10 \\
 &= 4,03 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 3

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-50,35	-45,96
2	-50,27	-45,24
3	-50,48	-45,26
4	-50,57	-45,37
5	-50,29	-45,21
Jumlah	-251,96	-227,04
Rata-rata	-50,39	-45,4

$$\begin{aligned}
 G_{\text{AUT}} &= (-50,39) - (-45,4) + 10 \\
 &= -4,99 + 10 \\
 &= 5,1 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 4

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-49,5	-43,23
2	-49,32	-43,88
3	-49,39	-43,49
4	-49,56	-43,32
5	-49,28	-43,76
Jumlah	-247,05	-217,68
Rata-rata	-49,41	-43,53

$$\begin{aligned}
 G_{\text{AUT}} &= (-49,41) - (-43,53) + 10 \\
 &= -5,88 + 10 \\
 &= 4,12 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

4.5.9 Pengukuran Gain Dengan Menggunakan Corner Reflektor 90°

Hasil pengukuran gain dengan menggunakan Corner Reflektor 90° maka ada perubahan yaitu kenaikan gain dan juga level daya terima (AUT) lebih stabil. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut ini :



Gambar 3.29 Pengukuran Gain Dengan Menggunakan Corner Reflektor 90°

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 1 Menggunakan Corner

Reflektor 90°

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-51,01	-47,21
2	-51,49	-47,47
3	-51,5	-47,73
4	-51,23	-47,2
5	-51,55	-47,13
Jumlah	-256,78	-236,74
Rata-rata	-51,2	-47,34

$$G_{AUT} = (-51,2) - (-47,34) + 10$$

$$= -3,86 + 10$$

$$= 6,14 \text{ dBi}$$

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 2 Menggunakan Corner

Reflektor 90°

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-51,44	-47,71
2	-51,15	-47,45
3	-51,24	-47,94
4	-51,42	-47,67
5	-51,07	-47,94
Jumlah	-256,32	-238,71
Rata-rata	-51,26	-47,74

$$\begin{aligned}
 G_{\text{AUT}} &= (-51,26) - (-47,74) + 10 \\
 &= -3,52 + 10 \\
 &= 6,48 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 3 Menggunakan Corner Reflektor 90°

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya Terima AUT (dBm)
1	-53,22	-50,62
2	-53,28	-50,27
3	-53,5	-50,48
4	-53,23	-50,26
5	-53,12	-50,35
Jumlah	-266,35	-251,98
Rata-rata	-53,2	-50,39

$$\begin{aligned}
 G_{\text{AUT}} &= (-53,2) - (-50,39) + 10 \\
 &= -2,81 + 10 \\
 &= 7,19 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Gain Antena Patch 4 Menggunakan Corner Reflektor 90°

Sampel	Daya Terima Referensi (dBm)	Daya TerimaAUT (dBm)
1	-52,78	-49,9
2	-52,23	-49,5
3	-52,45	-49,44
4	-52,65	-49,37
5	-52,86	-49,56
Jumlah	-262,97	-247,77
Rata-rata	-52,59	-49,55

$$\begin{aligned}
 G_{\text{AUT}} &= (-52,59) - (-49,55) + 10 \\
 &= -3,04 + 10 \\
 &= 6,96 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

Gain antena yang didapatkan pada pengukuran ini tanpa reflektor adalah sebesar 4,26 dBi untuk antena pertama, untuk antena kedua sebesar 4,03 dBi, untuk antena ketiga sebesar 5,1 dBi, dan untuk antena keempat sebesar 4,12 dBi. Dengan demikian gain antena hasil pengukuran memiliki nilai yang lebih besar daripada hasil simulasi.

Gain antena yang didapatkan dengan menggunakan corner reflektor 90° adalah sebesar 6,14 dBi untuk antena pertama, untuk antena kedua sebesar 6,48 dBi, untuk antena ketiga sebesar 7,19 dBi, untuk antena keempat sebesar 6,96

dBi. Perbandingan gain antenna tanpa corner reflektor 90° dengan menggunakan corner reflektro 90° menunjukkan adanya peningkatan gain. Dengan demikian hasil pengukuran sudah memenuhi spesifikasi dan dapat direalisasikan.

4.6 Perbandingan Spesifikasi, Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran

Hasil simulasi merupakan salah satu bagian penting dalam proses perancangan dan realisasi antenna. Dari hasil simulasi yang telah didapat maka dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi sudah sesuai dengan spesifikasi. Untuk menentukan hasil simulasi itu sudah optimum atau tidak maka perlu dilakukan optimalisasi pada saat simulasi. Karena pada perancangan antenna hasil perhitungan dengan rumus tidak sesuai dengan spesifikasi, jadi perlu dioptimalisasi lagi. Pada dasarnya simulasi antenna menggunakan *software CST* sangat idel. Untuk lebih jelas Dapat dilihat pada tabel perbandingan spesifikasi dengan hasil simulasi dibawah ini :

Tabel 4.12 Perbandingan Spesifikasi Dengan Hasil Simulasi

Parameter	Spesifikasi	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Frekuensi	1,8 GHz	1,8 GHz	1,8 GHz
<i>Return Loss</i>	< -20 dB	- 18,20 dB	-11,248 dB
VSWR	≤ 2	1,2	1,27
Impedansi	50 Ω <i>Unbalance</i>	50 Ω	50 Ω
Polaradiasi	Omnidirectional	Omnidirectional	Omnidirectional
Polarisasi	Linear	Linear	Linear
Gain	> 3 dBi	3,8 dBi	4,26 dBi