

## BAB IV

# HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN

### 4.1. HASIL PENGUKURAN PARAMETER ANTENA

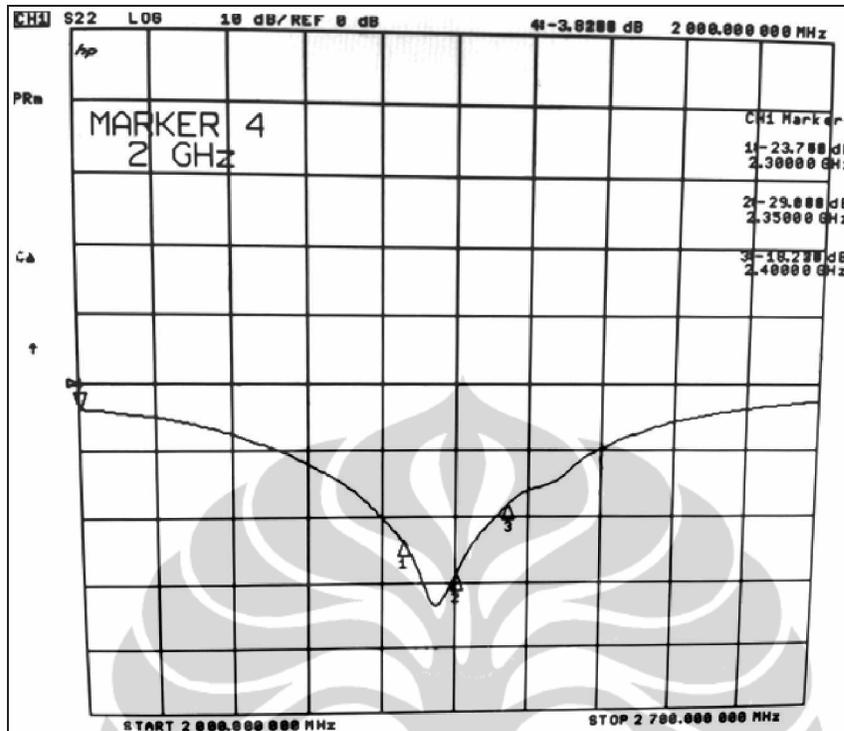
Pada proses simulasi dengan menggunakan perangkat lunak AWR *Microwave Office* 2004, yang dibahas pada bab tiga sebelumnya, telah diperoleh dua buah rancangan yaitu antena elemen tunggal dan antena *planar array* 4 elemen. Selanjutnya, kedua rancangan antena tersebut difabrikasi dan diukur pada ruang *anechoic chamber* (ruang anti gema) dengan metode pengukuran seperti yang dijelaskan pada sub-bab 3.5. Ada 6 parameter antena yang diukur pada penelitian ini, yaitu *return loss*, VSWR, impedansi masukan, pola radiasi, *axial ratio*, dan *gain*. Keenam parameter tersebut dibagi ke dalam 3 kelompok pengukuran, yaitu pengukuran *port* tunggal (untuk mengukur *return loss*, VSWR, dan impedansi masukan), pengukuran *port* ganda (untuk mengukur pola radiasi dan *axial ratio*), dan pengukuran *gain* dengan metoda 3 antena.

#### 4.1.1. Pengukuran *Port* Tunggal

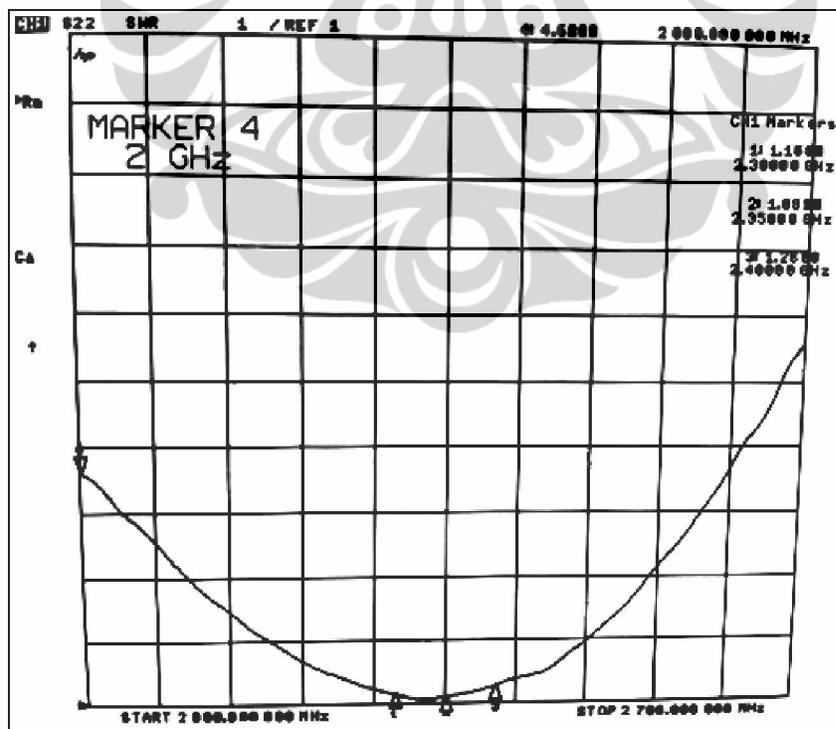
Pada penelitian ini, pengukuran *port* tunggal dilakukan pada *port 2 network analyzer* dengan format S22. Format S22 ini merupakan perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan, dimana tegangan tersebut masuk melalui *port 2* dan keluar juga melalui *port 2*. Antena hasil fabrikasi dihubungkan dengan *port 2* melalui konektor SMA.

##### 4.1.1.1. Hasil Pengukuran *Port* Tunggal Antena Elemen Tunggal

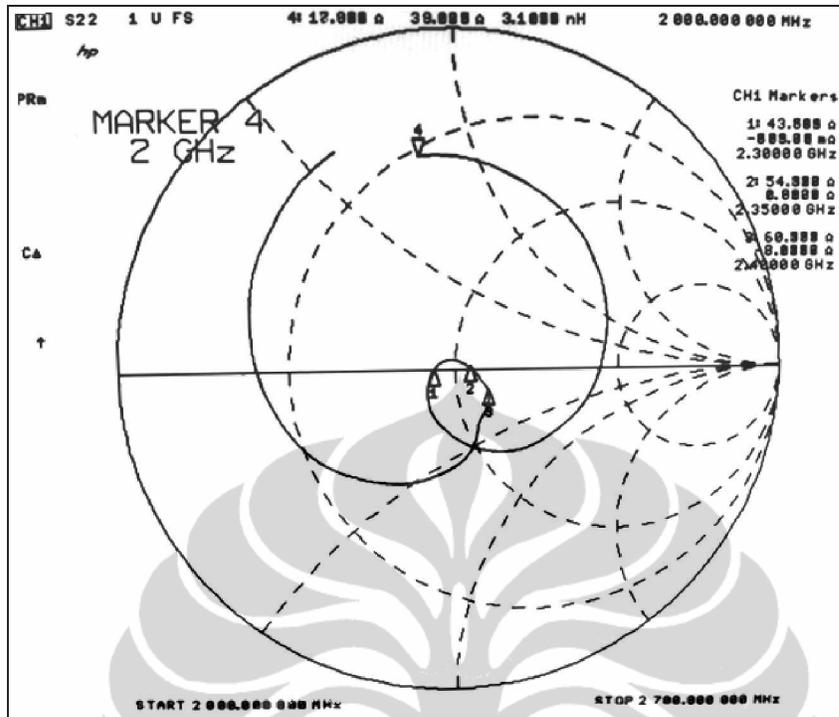
Hasil pengukuran *port* tunggal terhadap antena elemen tunggal berupa grafik *return loss*, VSWR, dan *Smith Chart* impedansi masukan dapat dilihat pada Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 secara berurutan.



Gambar 4.1. Grafik *return loss* hasil pengukuran antenna elemen tunggal



Gambar 4.2. Grafik VSWR hasil pengukuran antenna elemen tunggal



Gambar 4.3. Grafik impedansi masukan hasil pengukuran elemen tunggal

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* yang diperoleh pada frekuensi 2,3 GHz dan 2,4 GHz masing-masing adalah -23,758 dB dan -18,228 dB. Nilai *return loss* terendah yang diperoleh adalah -33,658 dB pada frekuensi 2,33 GHz. Sedangkan nilai VSWR yang diperoleh pada frekuensi 2,3 GHz dan 2,4 GHz (Gambar 4.2), masing-masing adalah 1,15 dan 1,28. Nilai VSWR terendah mencapai 1,042 pada frekuensi 2,33. Impedansi masukan antenna (Gambar 4.3) pada rentang frekuensi 2,3-2,4 GHz berkisar 43,58Ω hingga 60,38Ω. Dari hasil pengukuran ini dapat diketahui bahwa pada rentang frekuensi 2,3-2,4 GHz, antenna yang telah dihasilkan mampu bekerja pada nilai VSWR ≤ 1,28 dengan *bandwidth*:

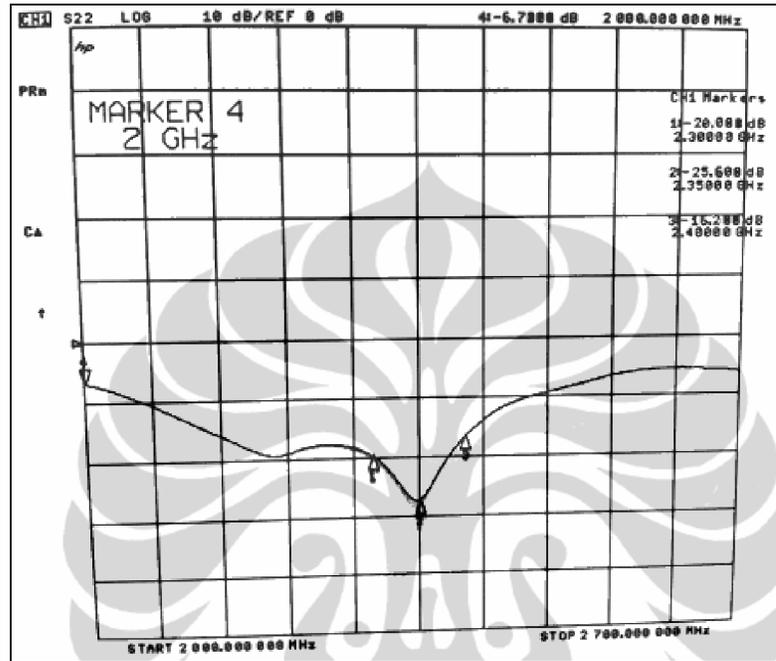
$$bandwidth_{(VSWR \leq 1,28)} = \frac{2,4 - 2,28}{2,35} \times 100\% = 5,11\% \text{ (120 MHz)}$$

Adapun *bandwidth* yang dicapai pada nilai VSWR ≤ 1,5 adalah:

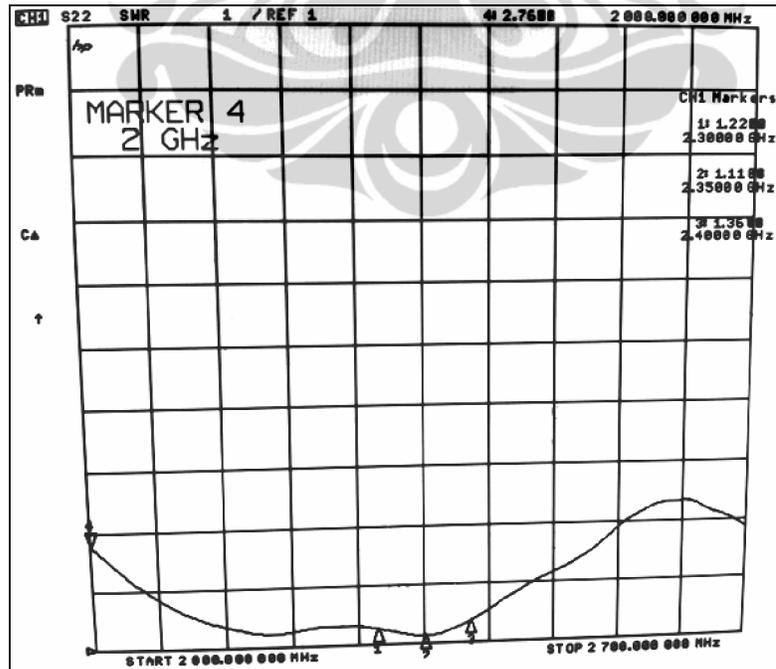
$$bandwidth_{(VSWR \leq 1,5)} = \frac{2,45 - 2,23}{2,35} \times 100\% = 9,4\% \text{ (220 MHz)}$$

#### 4.1.1.2. Hasil Pengukuran *Port* Tunggal Antena 4 Elemen

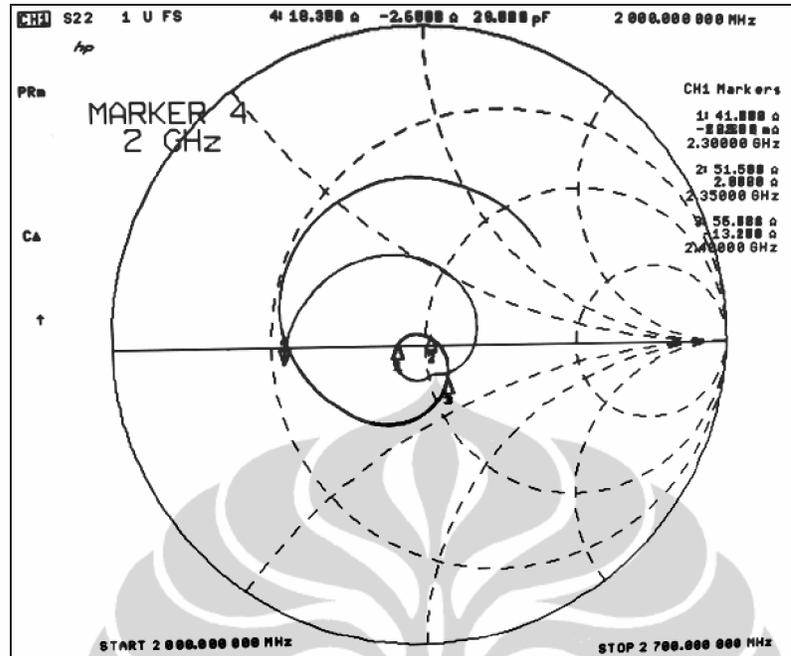
Hasil pengukuran *port* tunggal terhadap antena *planar array* 4 elemen berupa grafik *return loss*, *VSWR*, dan *Smith Chart* impedansi masukan dapat dilihat pada Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 secara berurutan.



Gambar 4.4. Grafik *return loss* hasil pengukuran antena 4 elemen



Gambar 4.5. Grafik *VSWR* hasil pengukuran antena 4 elemen



Gambar 4.6. Grafik impedansi masukan hasil pengukuran antenna 4 elemen

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* yang diperoleh pada frekuensi 2,3 GHz dan 2,4 GHz masing-masing adalah -20,08 dB dan -16,285 dB. Nilai *return loss* terendah yang diperoleh adalah -25,608 dB pada frekuensi 2,35 GHz. Sedangkan nilai VSWR yang diperoleh pada frekuensi 2,3 GHz dan 2,4 GHz (Gambar 4.5) masing-masing adalah 1,22 dan 1,36 dengan nilai VSWR terendah yang dicapai adalah 1,11 pada frekuensi 2,35 GHz. Impedansi masukan antenna (Gambar 4.6) pada rentang frekuensi 2,3-2,4 GHz berkisar 41,23Ω hingga 56,36Ω. Dari hasil pengukuran ini dapat diketahui bahwa pada rentang frekuensi 2,3-2,4 GHz, antenna yang telah dihasilkan mampu bekerja pada nilai VSWR  $\leq 1,36$  dengan *bandwidth*:

$$bandwidth_{(VSWR \leq 1,28)} = \frac{2,4 - 2,27}{2,35} \times 100\% = 5,53\% \text{ (130 MHz)}$$

Adapun *bandwidth* yang dicapai pada nilai VSWR  $\leq 1,5$  adalah:

$$bandwidth_{(VSWR \leq 1,5)} = \frac{2,41 - 2,11}{2,35} \times 100\% = 12,77\% \text{ (300 MHz)}$$

Hasil pengukuran *port* tunggal ini dituliskan kembali pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran *Port* Tunggal

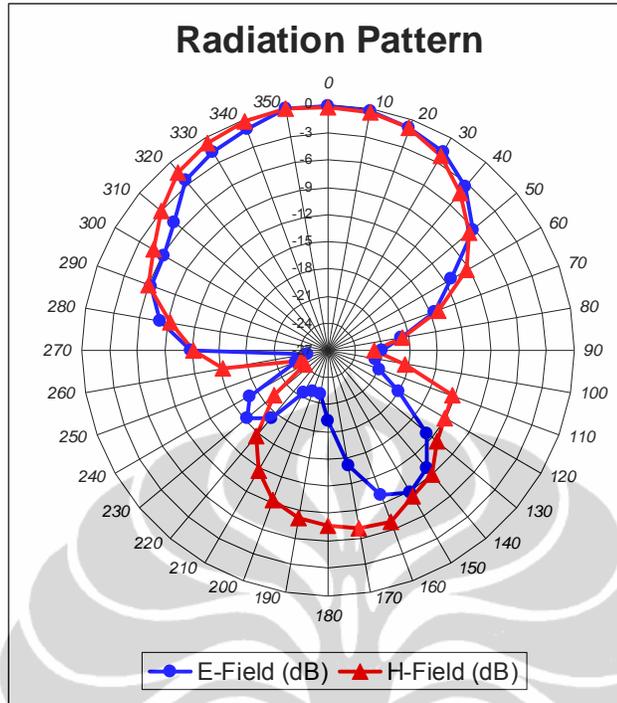
Parameter	Elemen Tunggal	<i>Planar Array</i> 4 Elemen
Rentang Frekuensi Kerja (BW)	2,3 – 2,4 GHz	2,3 – 2,4 GHz
<i>Return Loss</i> pada BW	$\leq -18,228$ dB	$\leq -16,285$ dB
<i>Return Loss</i> minimum	-33,136 dB	-25,608 dB
VSWR pada BW	$\leq 1,28$ (5,11%)	$\leq 1,36$ (5,53%)
VSWR minimum pada BW	1,045	1,11
<i>Impedance Bandwidth</i> pada VSWR $\leq 1,5$	9,4 % (220 MHz)	12,33 % (280 MHz)

#### 4.1.2. Pengukuran *Port* Ganda

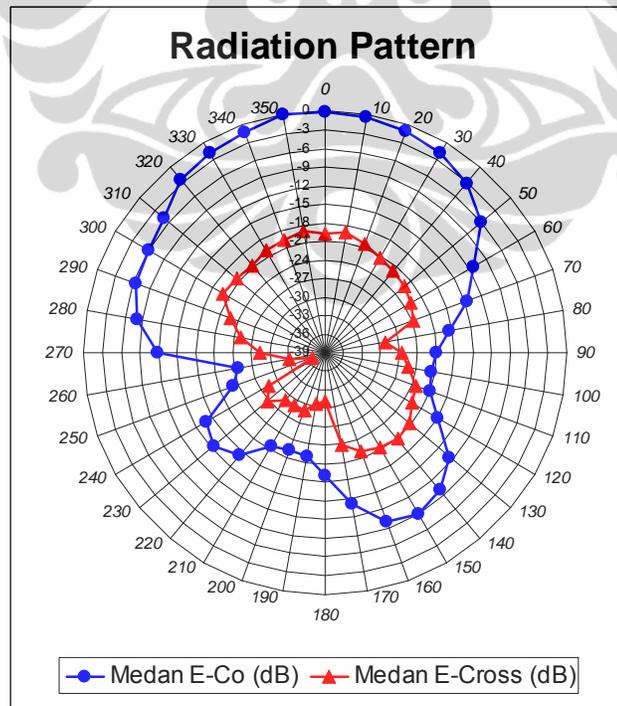
Pengukuran *port* ganda menggunakan *port* 1 dan *port* 2 pada *network analyzer*. Format yang digunakan adalah S21 yaitu antena penerima berada pada *port* 2 sedangkan antena pemancar pada *port* 1. kedua antena dihubungkan ke setiap *port* menggunakan kabel *coaxial* yang memiliki impedansi karakteristik 50 $\Omega$ . Antena pemancar dan penerima dipisahkan pada jarak 50 cm, yaitu jarak yang cukup untuk memenuhi syarat medan jauh antena, seperti dijelaskan pada sub-sub-bab 3.5.2.

##### 4.1.2.1. Hasil Pengukuran *Port* Ganda Antena Elemen Tunggal

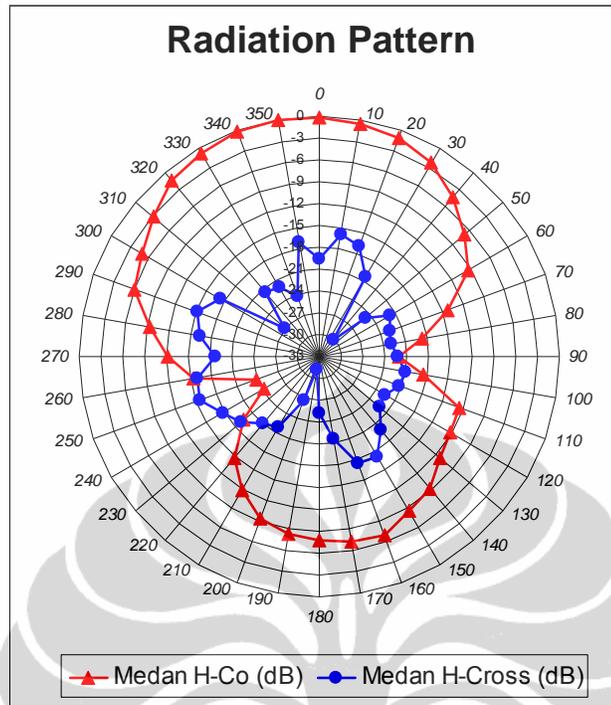
Parameter yang diukur pada pengukuran *port* ganda ini adalah parameter pola radiasi dan *axial ratio* antena. Pada pengukuran pola radiasi, pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali yang kemudian didapatkan nilai rata-ratanya. Data hasil pengukuran pola radiasi elemen tunggal ini dapat dilihat pada **Lampiran C2.1**. Data yang telah dirata-ratakan tersebut kemudian dinormalisasikan terhadap nilai rata-rata yang maksimum. Hasil normalisasi selanjutnya di-plot ke dalam grafik *radar*. Pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* 2003. Gambar 4.7, 4.8 dan 4.9 memperlihatkan karakteristik pola radiasi antena elemen tunggal.



Gambar 4.7. Hasil pengukuran medan-E dan medan-H antenna elemen tunggal pada frekuensi 2,35 GHz



Gambar 4.8. Hasil pengukuran E-Co dan E-Cross antenna elemen tunggal pada frekuensi 2,35 GHz

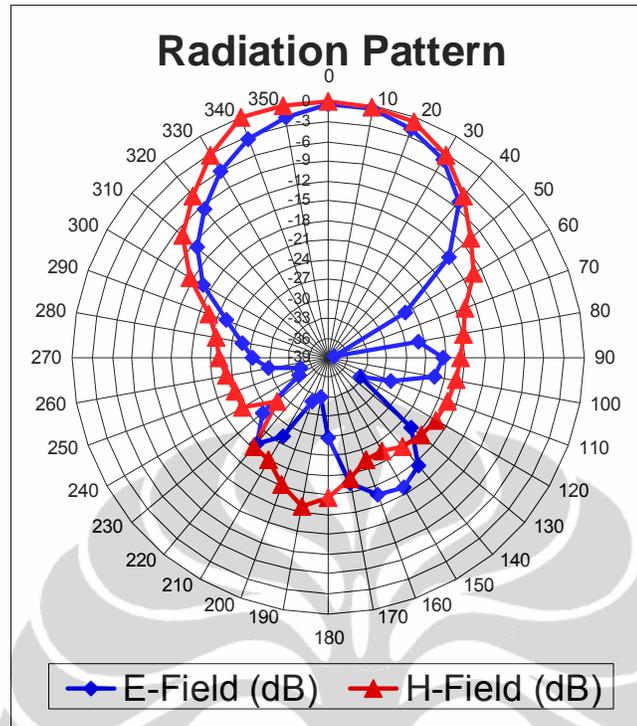


Gambar 4.9. Hasil pengukuran H-Co dan H-Cross antenna elemen tunggal pada frekuensi 2,35 GHz

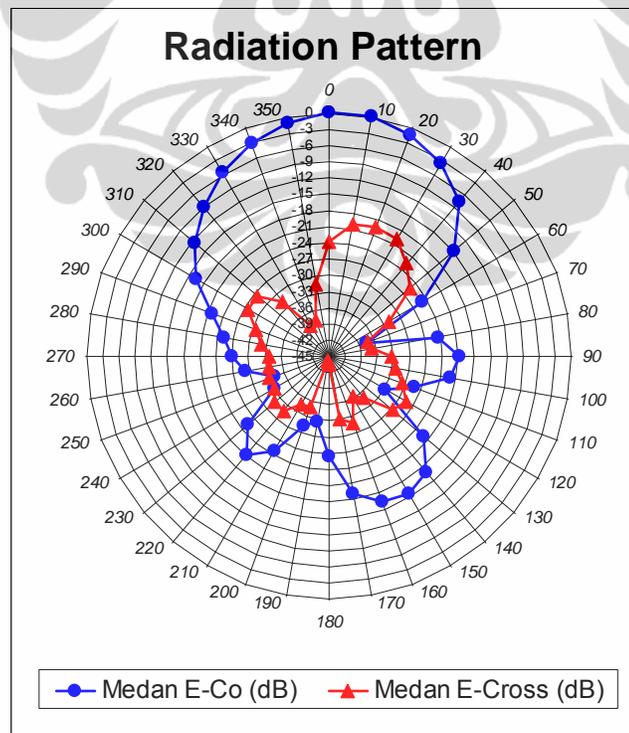
Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa berkas maksimum gelombang medan E dan medan H berada pada sudut  $0^\circ$ . Pola radiasi yang dihasilkan berbentuk *unidirectional* dengan lebar berkas (*beamwidth*) sekitar  $80^\circ$ . Gambar 4.8 dan 4.9 memperlihatkan karakteristik *cross-polarization* antenna elemen tunggal. Selisih minimum antara *magnitude* medan E-Co dan E-Cross terlihat sekitar 20 dB. Sedangkan selisih minimum antara *magnitude* medan H-Co dan H-Cross sekitar 15 dB. Adapun data hasil pengukuran *axial ratio* untuk antenna elemen tunggal dapat dilihat pada **Lampiran C2.2**. Dari data pengukuran ini, dapat dilihat bahwa nilai *axial ratio* sekitar 20 dB ( $\gg 3$  dB). Dengan demikian dapat diketahui bahwa polarisasi antenna yang dihasilkan adalah linier.

#### 4.1.2.2. Hasil Pengukuran Port Ganda Antena Planar Array 4 Elemen

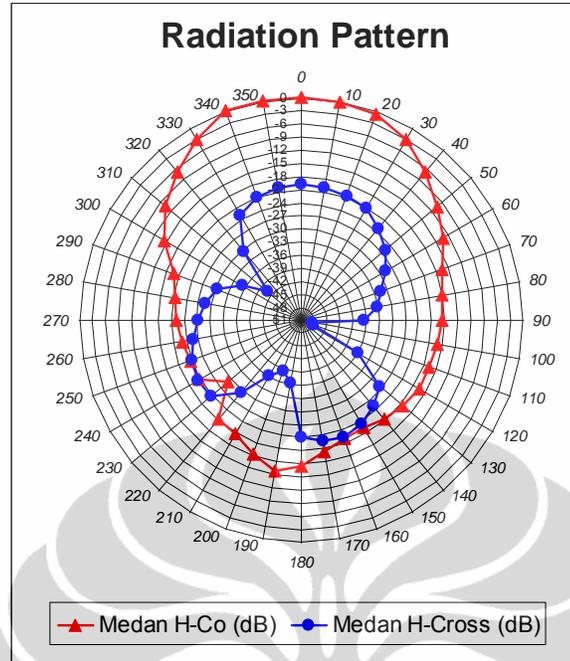
Metode pengukuran dan pengolahan data untuk antenna *planar array* 4 elemen sama seperti pada elemen tunggal. Data hasil pengukuran pola radiasi untuk antenna *planar array* 4 elemen ini dapat dilihat pada **Lampiran C2.3**.



Gambar 4.10. Hasil pengukuran medan-E dan medan-H antenna 4 elemen pada frekuensi 2,35 GHz



Gambar 4.11. Hasil pengukuran E-Co dan E-Cross antenna 4 elemen pada frekuensi 2,35 GHz



Gambar 4.12. Hasil pengukuran H-Co dan H-Cross antenna 4 elemen pada frekuensi 2,35 GHz

Pada Gambar 4.10 terlihat bahwa berkas maksimum gelombang medan E dan medan H berada pada sudut  $0^\circ$ . Pola radiasi yang dihasilkan berbentuk *unidirectional* dengan lebar berkas (*beamwidth*) sebesar  $54^\circ$ . Gambar 4.11 dan 4.12 memperlihatkan karakteristik *cross-polarization* antenna *planar array* 4 elemen. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa selisih minimum antara *magnitude* medan-Co dan medan-Cross pada masing-masing medan E dan H adalah 19,72 dB yaitu terjadi pada sudut  $20^\circ$  (Medan-E). Adapun data hasil pengukuran *axial ratio* untuk antenna 4 elemen dapat dilihat pada **Lampiran C2.4**. Dari data pengukuran ini, dapat dilihat bahwa nilai *axial ratio*  $\gg 3$  dB (yaitu sekitar 20 dB). Dengan demikian dapat diketahui bahwa polarisasi antenna adalah linier. Tabel 4.2 menunjukkan hasil yang diperoleh pada pengukuran *port* ganda.

Tabel 4.2. Hasil pengukuran pola radiasi

Jenis antenna :	Elemen Tunggal	<i>Planar Array</i> 4 Elemen
Sudut berkas maksimum	0 derajat	0 derajat
<i>Beamwidth</i>	80 derajat	54 derajat
Polarisasi	Linier	Linier

#### 4.1.3. Pengukuran Gain

Pengukuran *gain* menggunakan *network analyzer* dan *power meter*. *Network analyzer* digunakan untuk menghasilkan gelombang dengan frekuensi 2,27 – 2,43 GHz. *Power meter* digunakan untuk mengukur daya pengirim dan penerima. Pengukuran *gain* dilakukan pada rentang frekuensi 2,27 – 2,43 GHz. Pengukuran *gain* ini menggunakan metoda 3 antena yang memiliki frekuensi kerja identik, yaitu 2,3-2,4 GHz. Hasil pengukuran *gain* antena elemen tunggal dan antena *planar array* 4 elemen diperlihatkan pada Tabel 4.3. Data pengukuran dan perhitungan nilai *gain* antena dapat dilihat pada **Lampiran C3**.

Tabel 4.3. *Gain* Antena Mikrostrip Patch Segiempat

Frekuensi (GHz)	<i>Gain</i> (dBi)	
	Elemen Tunggal	<i>Planar Array</i> 4 Elemen
2,27	6.225	9.535
2,28	6.337	9.630
2,29	6.239	9.931
2,3	6.334	10.015
2,31	6.396	10.097
2,32	6.587	10.637
2,33	6.663	10.430
2,34	6.519	10.377
2,35	6.428	10.525
2,36	6.502	10.460
2,37	6.457	10.313
2,38	6.230	10.330
2,39	6.262	10.260
2,4	6.343	10.351
2,41	6.276	10.351
2,42	6.266	10.366
2,43	6.358	10.390

Dari Tabel 4.3 di atas terlihat bahwa nilai *gain* maksimum yang diperoleh antena elemen tunggal adalah 6,663 dBi pada frekuensi 2,33 GHz. Pada antena *planar array* 4 elemen *gain* maksimum mencapai 10,637 dBi pada frekuensi 2,32 GHz.

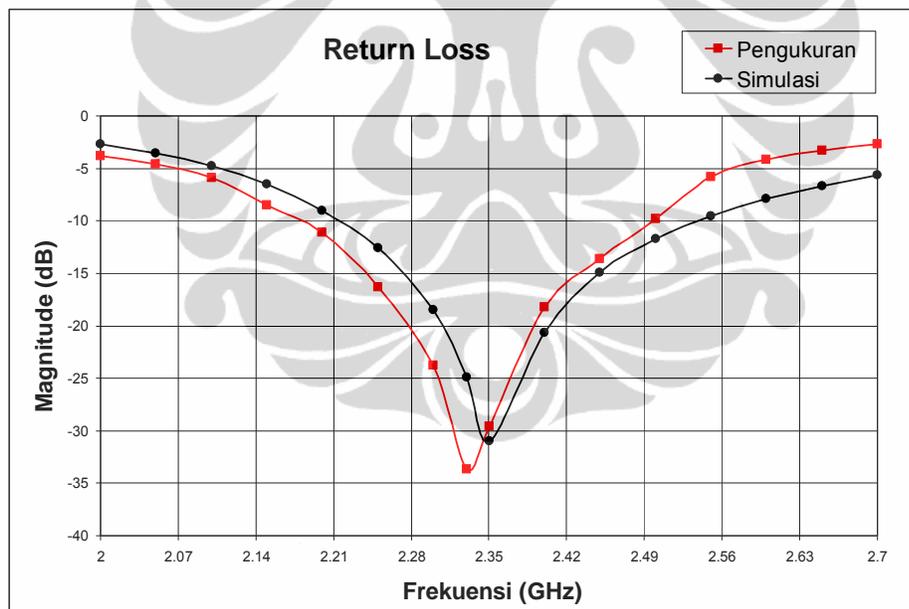
## 4.2. ANALISIS HASIL PENGUKURAN

Dari data hasil pengukuran yang ada pada sub-bab 4.1 dapat dilakukan analisis. Analisis yang dilakukan pada bagian ini mencakup analisis mengenai perbedaan hasil pengukuran dengan simulasi (untuk pengukuran *port* tunggal dan *port* ganda) serta perbandingan *gain* antara antenna mikrostrip *patch* segiempat *planar array* 4 elemen dan antenna elemen tunggal.

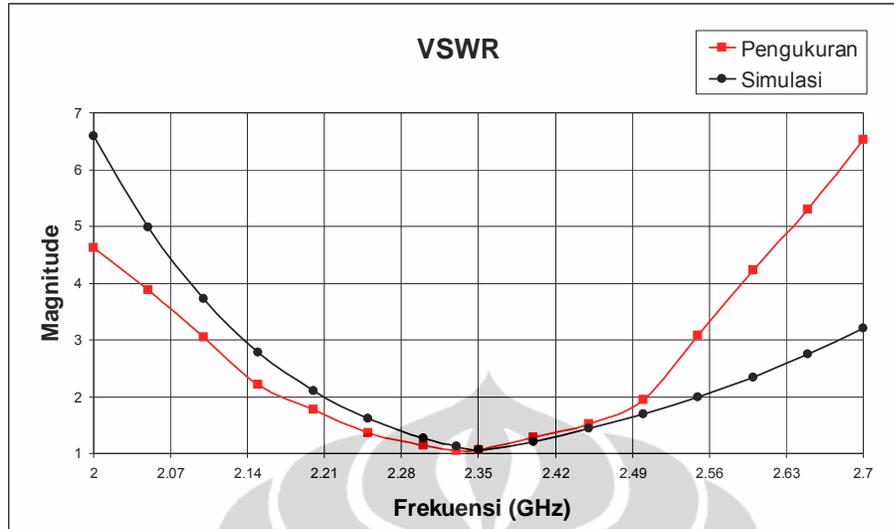
### 4.2.1. Analisis Hasil Pengukuran *Port* Tunggal

#### 4.2.1.1. Antena Elemen Tunggal

Dari hasil pengukuran *port* tunggal terdapat 2 parameter yang dianalisis, yaitu parameter *return loss* dan VSWR. Gambar 4.13 dan 4.14 secara berurutan digambarkan grafik perbandingan *return loss* dan VSWR antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran untuk antenna elemen tunggal.



Gambar 4.13. Perbandingan *return loss* hasil simulasi dengan hasil pengukuran antenna elemen tunggal



Gambar 4.14. Perbandingan VSWR hasil simulasi dengan hasil pengukuran antenna elemen tunggal

Dari gambar 4.13 dan 4.14 dapat dilihat bahwa ada pergeseran *impedance bandwidth* dan frekuensi kerja antenna hasil simulasi dengan hasil pengukuran. *Impedance bandwidth* pada  $VSWR \leq 1,5$  hasil simulasi adalah 2,2666 - 2,4623 GHz (195,7 MHz). Sedangkan *impedance bandwidth* pada  $VSWR \leq 1,5$  hasil pengukuran adalah 2,23 - 2,45 GHz (220 MHz). Dengan demikian, fabrikasi antenna elemen tunggal ini telah memenuhi kebutuhan yang diinginkan yaitu mampu bekerja pada rentang frekuensi 2,3 - 2,4 GHz (100 MHz) dengan nilai  $VSWR \leq 1,5$ .

Frekuensi tengah pada simulasi adalah 2,35 GHz dengan nilai *return loss* dan VSWR minimum masing-masing adalah -30,97 dB dan 1,058. Sedangkan frekuensi tengah hasil pengukuran adalah 2,33 GHz dengan *return loss* dan VSWR minimum masing-masing adalah -33,658 dB dan 1,042. Dari perbedaan frekuensi tengah ini dapat dihitung kesalahan (galat) relatifnya sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \% \text{ galat} &= \left| \frac{\text{frek. tengah hasil pengukuran} - \text{frek. tengah hasil simulasi}}{\text{frek. tengah hasil simulasi}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{2,33 - 2,35}{2,35} \right| \times 100\% = 0,85\% \end{aligned}$$

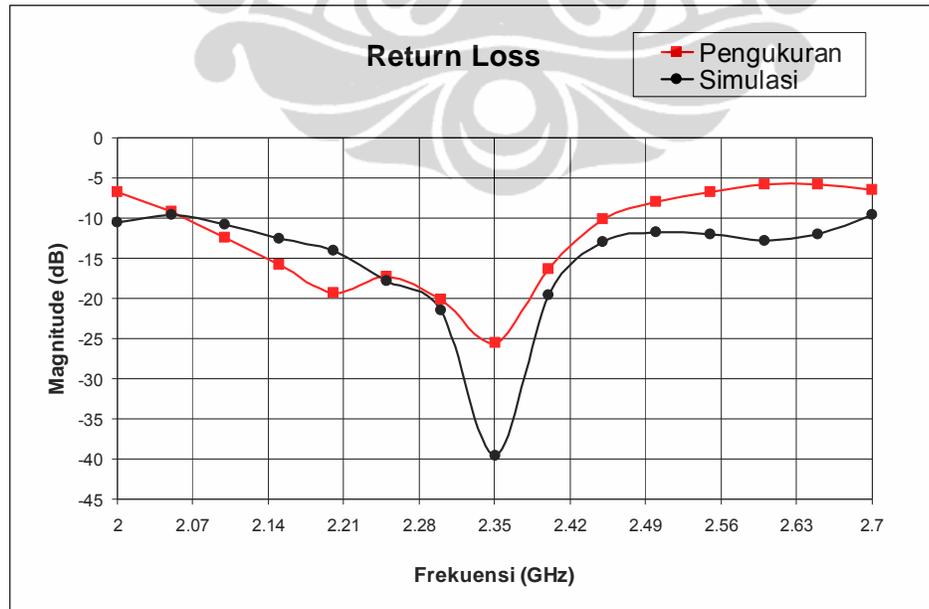
Perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran antenna elemen tunggal dituliskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Perbandingan hasil simulasi dengan pengukuran *port* tunggal antenna elemen tunggal

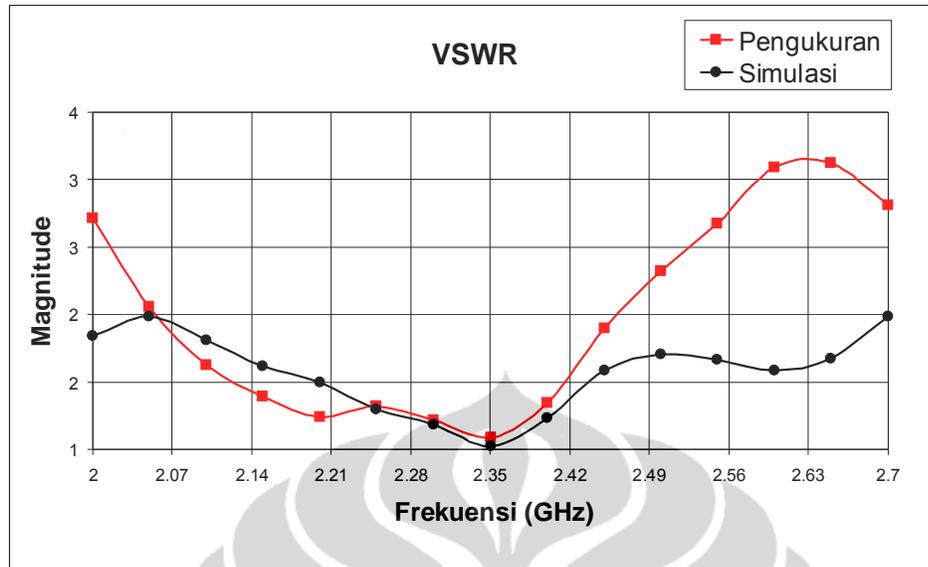
Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Rentang Frekuensi Kerja (BW)	2,3 – 2,4 GHz	2,3 – 2,4 GHz
Return Loss dan VSWR pada 2,3 GHz	RL = -18,46 dB VSWR = 1,271	RL = -23,758 dB VSWR = 1,15
Return Loss dan VSWR pada 2,4 GHz	RL = -20,63 dB VSWR = 1,205	RL = -18,228 dB VSWR = 1,28
<i>Return Loss</i> pada BW	$\leq -18,46$ dB	$\leq -18,228$ dB
VSWR pada BW	$\leq 1,271$ (114,4 MHz)	$\leq 1,28$ (120 MHz)
<i>Return Loss</i> minimum	-30,97 dB (pada $f=2,35$ GHz)	-33,658 dB Pada $f= 2,33$ GHz
VSWR minimum	1,058	1,045
<i>Impedance Bandwidth</i> pada VSWR $\leq 1,5$	8,33 % (195,7 MHz)	9,4 % (220 MHz)

#### 4.2.1.2. Antena *Planar Array* 4 Elemen

Perbandingan *return loss* dan VSWR antara hasil simulasi dan pengukuran antenna *planar array* 4 elemen ditunjukkan pada Gambar 4.15 dan 4.16.



Gambar 4.15. Perbandingan *return loss* hasil simulasi dengan hasil pengukuran antenna *planar array* 4 elemen



Gambar 4.16. Perbandingan VSWR hasil simulasi dengan hasil pengukuran antenna *planar array* 4 elemen

Dari gambar 4.15 dan 4.16 dapat dilihat bahwa adanya perbedaan kurva yang signifikan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran khususnya pada frekuensi  $> 2,42$  GHz dan  $< 2,07$  GHz. Meskipun demikian pada rentang yang diinginkan (2,3-2,4 GHz), kedua kurva memiliki kemiripan. *Impedance bandwidth* pada  $VSWR \leq 1,5$  hasil simulasi adalah 2,1952 - 2,4484 GHz (253,2 MHz). Sedangkan *impedance bandwidth* pada  $VSWR \leq 1,5$  hasil pengukuran adalah 2,125 - 2,412 GHz (287 MHz). Dengan demikian, fabrikasi antenna *planar array* 4 elemen ini telah memenuhi kebutuhan yang diinginkan yaitu mampu bekerja pada rentang frekuensi 2,3 – 2,4 GHz (100 MHz) dengan nilai  $VSWR \leq 1,5$ . Perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran dari antenna *planar array* 4 elemen dituliskan pada Tabel 4.5.

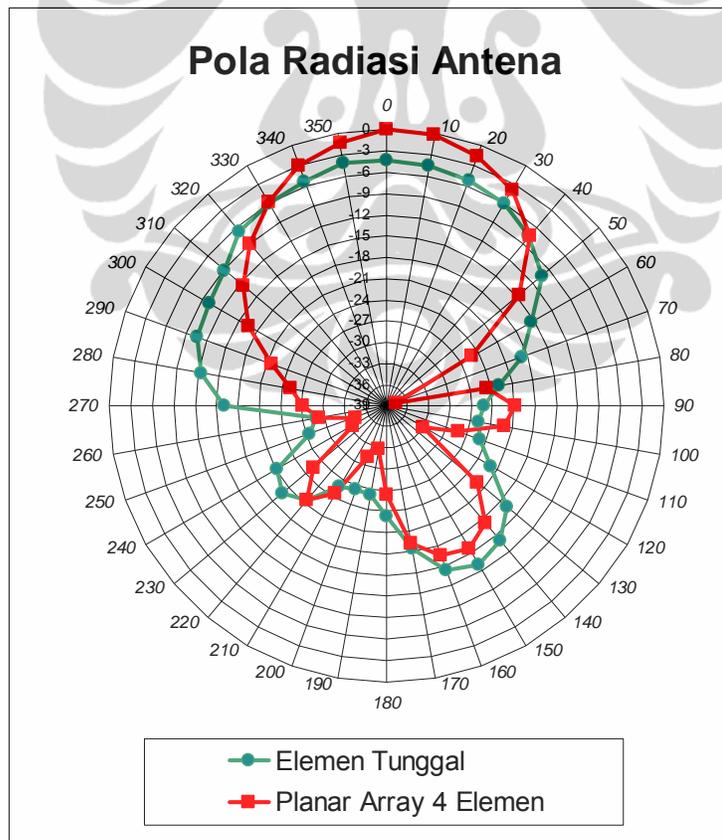
Tabel 4.5. Perbandingan hasil simulasi dengan pengukuran *port* tunggal antenna *planar array* 4 elemen

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Rentang Frekuensi Kerja (BW)	2,3 – 2,4 GHz	2,3 – 2,4 GHz
Return Loss dan VSWR pada 2,3 GHz	RL = -21,46 dB VSWR = 1,185	RL = -20,08 dB VSWR = 1,22

<i>Return Loss</i> dan VSWR pada 2,4 GHz	RL = -19,56 dB VSWR = 1,235	RL = -16,285 dB VSWR = 1,36
<i>Return Loss</i> pada BW	$\leq -19,56$ dB	$\leq -16,285$ dB
VSWR pada BW	$\leq 1,235$ (120 MHz)	$\leq 1,36$ (130 MHz)
<i>Return Loss</i> minimum	-30,97 dB (pada $f=2,35$ GHz)	-25,608 dB Pada $f= 2,35$ GHz
VSWR minimum	1,021	1,11
<i>Impedance Bandwidth</i> pada VSWR $\leq 1,5$	10,77% (253,2 MHz)	12,77 % (300 MHz)

#### 4.2.2. Analisis Hasil Pengukuran *Port* Ganda

Dari data hasil pengukuran *port* ganda, parameter yang dapat dianalisis adalah pola radiasi. Gambar 4.17 menunjukkan perbandingan pola radiasi hasil pengukuran antara antena elemen tunggal dan *planar array* 4 elemen.

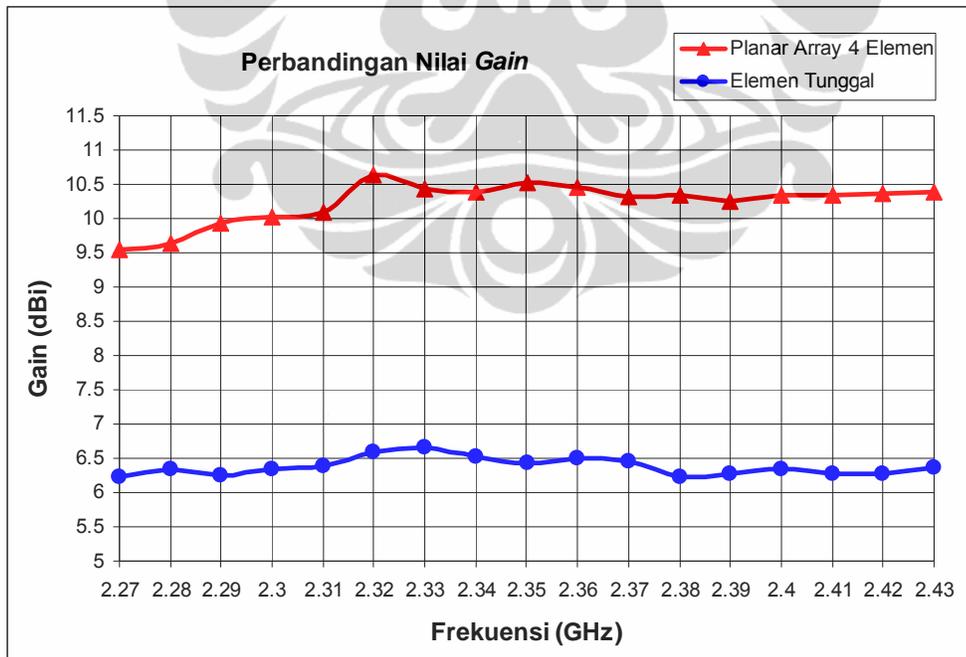


Gambar 4.17. Perbandingan pola radiasi hasil pengukuran antara elemen tunggal dan *planar array* 4 elemen

Pada Gambar 4.17 di atas dapat dilihat bahwa pada antenna elemen tunggal diperoleh *beamwidth* adalah 80 derajat, sedangkan pada antenna *planar array* 4 elemen *beamwidth* yang dapat diperoleh hanya sebesar 54 derajat. Dari data ini dapat diketahui bahwa konfigurasi *array* (dalam hal ini *planar array*) dapat mempengaruhi pola radiasi antenna. Dari gambar 4.17 tersebut juga dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan *magnitude* sebesar 4 dB dari antenna elemen tunggal menjadi antenna *planar array* 4 elemen. Peningkatan ini juga mengindikasikan akan bertambahnya *gain* antenanya. Hal ini juga menunjukkan bahwa, terdapat perbandingan terbalik antara peningkatan *gain* dengan lebar sudut radiasi (*beamwidth*)

#### 4.2.3. Analisis Hasil Pengukuran *Gain*

Dari data hasil pengukuran *gain* dapat dilakukan analisis mengenai perbedaan *gain* antara elemen tunggal dengan *planar array* 4 elemen untuk bentuk dan ukuran *patch* sama. Gambar 4.18 menunjukkan grafik perbandingan nilai *gain* elemen tunggal dengan *planar array* 4 elemen.



Gambar 4.18. Perbandingan nilai *gain* antara antenna elemen tunggal dan antenna *planar array* 4 elemen

Dari Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa antenna *planar array* 4 elemen memiliki nilai *gain* yang lebih tinggi dibandingkan dengan antenna elemen tunggal. Persentase peningkatan nilai *gain* maksimum antenna *planar array* 4 elemen dibandingkan *gain* maksimum antenna elemen tunggal adalah :

$$\begin{aligned}\% \text{ gain} &= \frac{\text{gain maks. planar array 4 elemen} - \text{gain maks. elemen tunggal}}{\text{gain maks. elemen tunggal}} \\ &= \frac{10,637 - 6,663}{6,663} \times 100\% \\ &= 59,6\%\end{aligned}$$

Hal ini membuktikan bahwa dengan digunakannya teknik *array* maka *gain* dari suatu antenna dapat ditingkatkan. Oleh karena itu dengan memperbanyak jumlah elemen yang identik pada antenna *array*, maka diharapkan *gain* antenna akan semakin besar.

#### 4.2.4. Analisis Kesalahan Umum

Secara garis besar ada beberapa penyebab yang menyebabkan hasil pengukuran parameter antenna tidak akurat. Penyebab-penyebab itu antara lain :

1. perancangan dengan AWR *Microwave Office* 2004 tidak memperhitungkan tebal tembaga dari substrat yang dipakai, tetapi kenyataannya tembaga pada substrat memiliki ketebalan walaupun kecil
2. simulasi dengan AWR *Microwave Office* 2004 tidak memperhitungkan *mutual coupling* di antara elemen *array*. *Mutual coupling* menyebabkan tidak semua gelombang dipancarkan ke ruang bebas, melainkan ada yang diterima oleh elemen *patch* sebelahnya
3. bahan substrat memiliki nilai toleransi konstanta dielektrik substrat yaitu sekitar  $\epsilon_r = 4,4 \pm 0,02$  serta adanya nilai toleransi pada *loss tangent* substrat.
4. simulasi tidak memperhitungkan tingkat temperatur dan kelembapan udara, tetapi pada saat pengukuran temperatur dan tingkat kelembapan berpengaruh pada propagasi gelombang dan resistansi udara.
5. proses penyolderan konektor SMA dengan saluran pencatu mikrostrip yang kurang baik

6. adanya pengaruh benda-benda yang ada di dalam ruang *anechoic chamber* yang menyebabkan refleksi gelombang yang dipancarkan antenna. Benda-benda tersebut antara lain manusia, *network analyzer*, *power sensor*, *power meter*, dan konektor.
7. adanya rugi-rugi pada kabel penghubung, *port SMA*, tembaga/konduktor pada substrat, konektor pada *network analyzer*, dan *power sensor*

#### 4.2.5. Analisis Pencapaian Spesifikasi Antena

Tabel 4.6 memperlihatkan perbandingan antara nilai parameter yang dibutuhkan (spesifikasi dirjend Postel Indonesia Tahun 2007, DPI) dan nilai parameter antenna *planar array* 4 elemen yang telah dicapai.

Tabel 4.6. Pencapaian spesifikasi antenna

Parameter Elektrikal	Nilai	
	Spesifikasi DPI	Planar Array 4 Elemen
Frequency Range	2.300 – 2.390 MHz	2.300 – 2.390 MHz
Gain	Maksimum 15 dBi	Mencapai 10,637 dBi
Impedansi	50 $\Omega$	41,23 $\Omega$ – 56,36 $\Omega$
Polarisasi (rambatan)	Vertikal	Linier
VSWR	Maksimum 1.9 : 1	Maksimum 1.36 : 1
Daya maksimum input	50 W	-
XPD	Minimum 20 dB	Minimum 19,72 dB
Konektor	N-Female / SMA-female	SMA-female

Dari Tabel 4.6 di atas dapat dilihat bahwa antenna *planar array* 4 elemen yang telah dibuat mampu memenuhi spesifikasi untuk parameter elektrikal dari *subscriber station* pada [8]. Adapun untuk parameter elektrikal daya maksimum input tidak diujikan karena sumber daya yang mampu mencapai 50 Watt belum tersedia.