

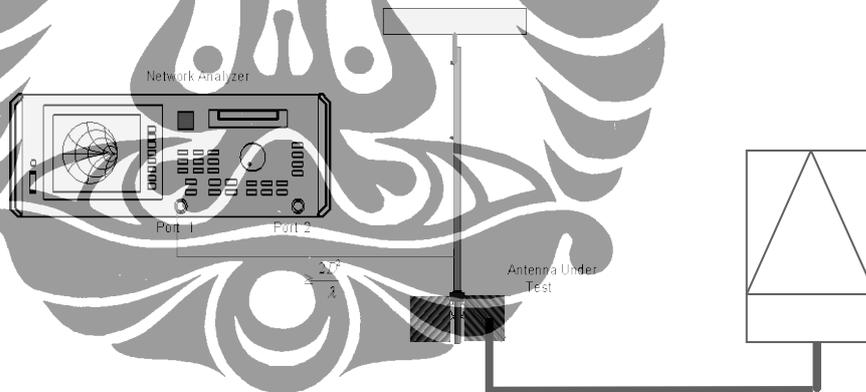
BAB 4 ANALISA PENGUKURAN ANTENA HASIL PERANCANGAN

4.1 HASIL PENGUKURAN ANTENA

Tujuan pengukuran adalah untuk mengetahui karakteristik antenna yang telah dibuat, sehingga bisa diketahui parameter-parameter antenna tersebut untuk kemudian dijadikan bahan perbandingan dengan hasil perhitungan secara teori dan hasil simulasi dari perangkat lunak AWR Microwave Office 2004. Pengukuran ini dilaksanakan di ruang anti gema yang berada di laboratorium telekomunikasi FT UI.

4.1.1 Pengukuran Port Tunggal

Sesuai dengan namanya pengukuran ini hanya menggunakan satu buah port saja pada *network analyzer* HP8753E . Sedangkan parameter-parameter antenna yang dapat diukur dalam pengukuran port tunggal ini meliputi pengukuran *return loss*, VSWR, dan impedansi masukan. Pengukuran parameter-parameter tersebut menggunakan alat ukur *Network Analyzer* HP 8753E



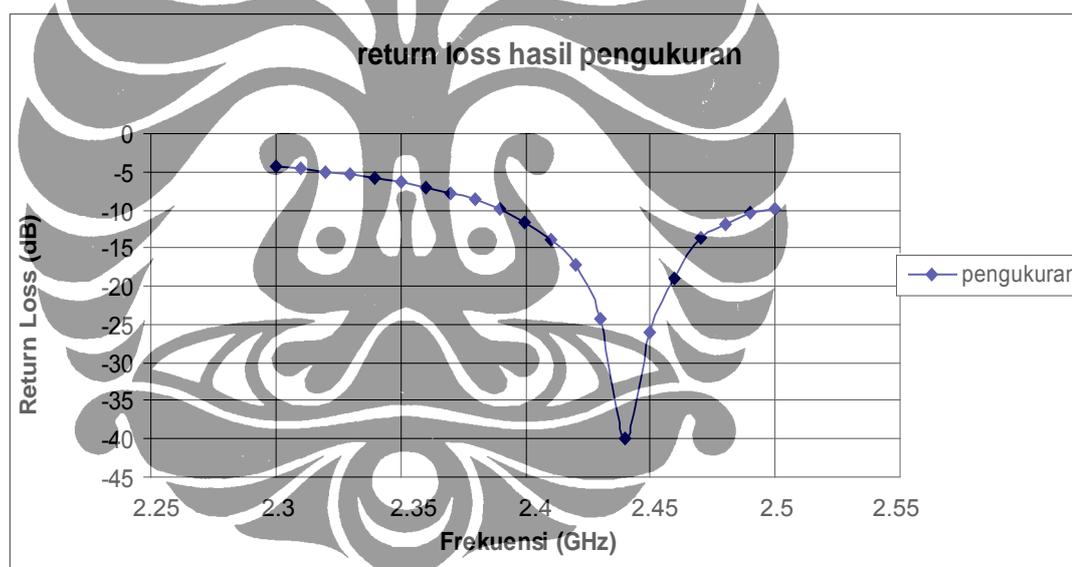
Gambar 4.1 Konfigurasi pengukuran port tunggal

4.1 Tabel hasil pengukuran perancangan antenna

| Parameter | Nilai |
|----------------------------------|--------------------|
| Frekuensi Resonansi (Fr) | 2.44 GHz |
| VSWR pada saat Fr | 1.01 |
| Bandwidth | 100MHz |
| Impedansi pada saat Fr | 50-J1.240 Ω |
| Return Loss minimum pada saat Fr | -39.906 dB |

4.1.1.1 Return Loss

Dari pengukuran nilai return loss nya didapat dengan nilai -39.76 dB dan dengan frekuensi resonansi 2.44 GHz. (lampiran 4)



Gambar 4.2 Grafik Return Loss hasil pengukuran

Dari Gambar 4.2 pada *band* frekuensi 2,44 GHz didapatkan impedansi *bandwidth* pada 2,40 – 2,50 GHz (100 MHz) dengan frekuensi kerja (f_r) pada 2,44 GHz yang memiliki *return loss* minimum -39,906 dB. Dari data tersebut dapat dihitung besar persentase *impedance bandwidth* menggunakan persamaan 2.29, yang dituliskan kembali sebagai berikut :

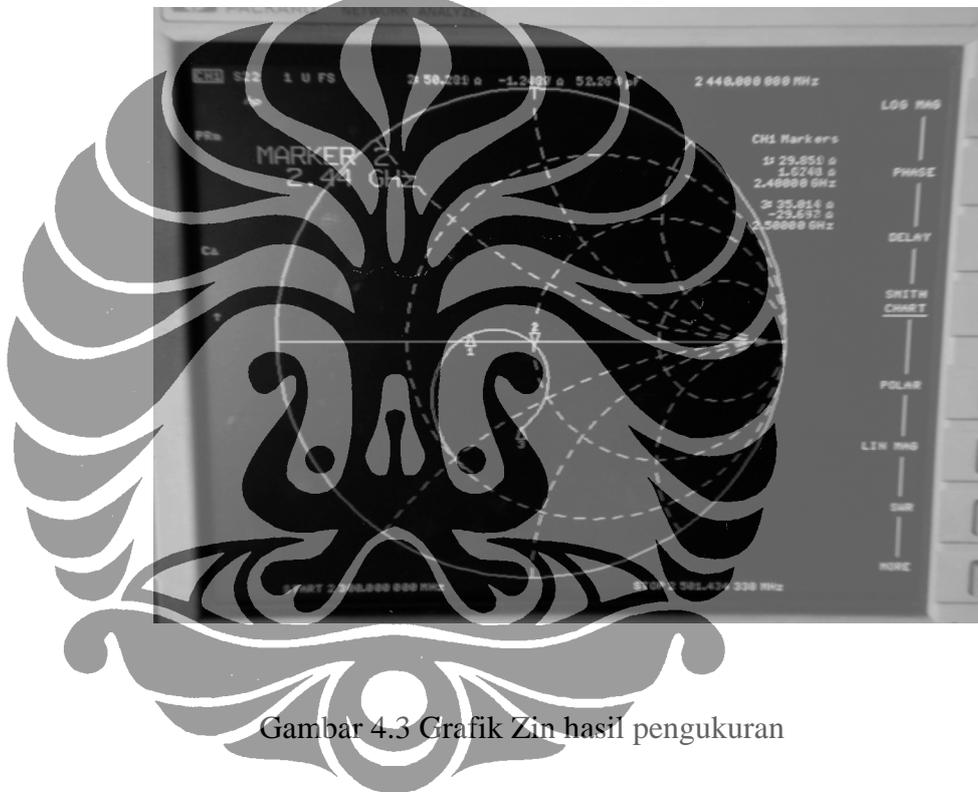
$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\%$$

$$BW = \frac{2.50 - 2.40}{2.44} \times 100\%$$

$$BW = 4.09\%$$

4.1.1.2 Impedansi Masukan.

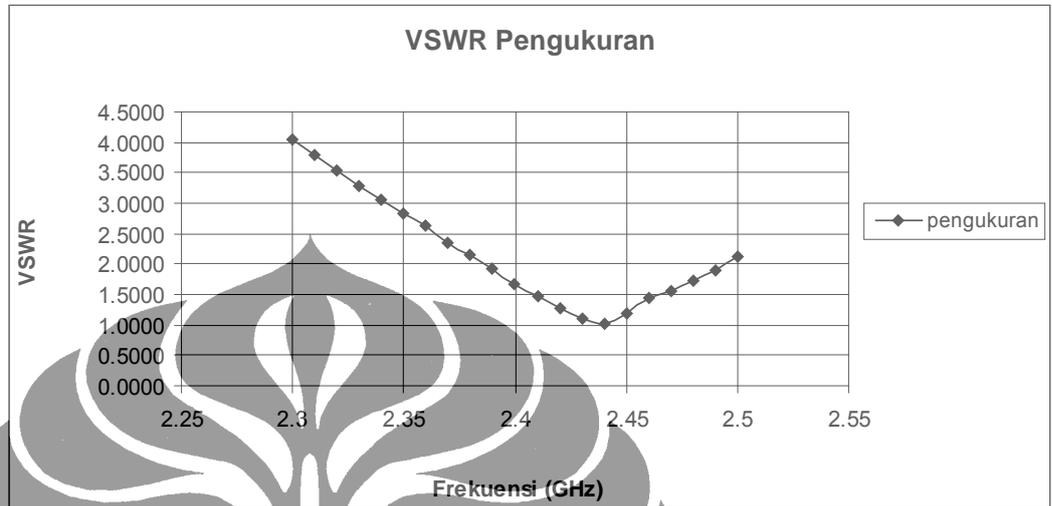
Dengan menggunakan substrat yang sesuai dengan hasil simulasi seperti pada data di depan maka dapat kita peroleh hasil pengukuran pada *spectrum analyzer* untuk antenna rancangan *patch* antenna dengan pencatu berbentuk garpu yang dikopel secara elektromagnetik $Z_{in} = 50 - j1.240 \Omega$ pada frekuensi 2.44GHz



Gambar 4.3 Grafik Z_{in} hasil pengukuran

4.1.1.3 VSWR

Dari pengukuran nilai VSWR nya didapat dengan nilai 1.01 pada frekuensi resonansi 2.44 GHz (lampiran 4)



Gambar 4.4 Grafik VSWR hasil pengukuran

Nilai VSWR yang digunakan dalam penelitian ini adalah lebih kecil atau sama dengan 2 ($VSWR \leq 2$). Dari gambar 4.4, nilai VSWR untuk rentang frekuensi 2.40 – 2.50GHz didapat nilai VSWRnya 1.01

4.1.2 Pengukuran pola radiasi

Pengukuran pola radiasi menggambarkan bentuk radiasi elektromagnetik dari antenna ke segala arah, dimana besar radiasi ini dapat berbeda-beda ke beberapa arah. Pola radiasi antenna dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu medan jauh (*far field*) dan medan dekatn (*near field*). Karena pola radiasi pada antenna medan dekat berbeda dengan pola radiasi antenna pada medan jauh maka secara umum untuk menentukan pola radiasi digunakan pola radiasi medan jauh.

Jarak minimum antenna pemancar dan penerin ma agar dikategorikan antenna bekerja pada medan jauh dapat dijtunjukkan pada persamaan :

$$r_{m\ in} = \frac{2D^2}{\lambda} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana

r_{\min} = jarak minimum antena pemancar dan antena penerima (cm)

D = dimensi terbesar antena (cm)

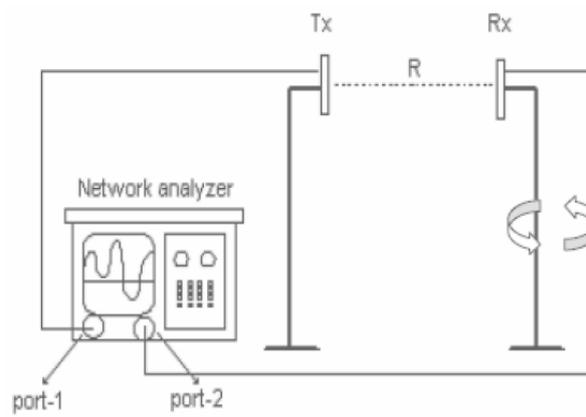
λ = panjang gelombang.

Dimensi terbesar dari antena yang ingin diukur adalah sebesar $D = 5.5$ cm. Pengukuran pola radiasi dilakukan di tiga frekuensi pada antena, pada frekuensi resonansi 2.44GHz diperoleh jarak minimum sebesar 50cm.

Setelah menentukan jarak antar antena dan antena telah dihubungkan ke port NA (format S21) menggunakan kabel koaksial, kemudian antena penerima diputar dari posisi sudut $0^{\circ} - 360^{\circ}$ dengan interval 10° . Agar mendapatkan hasil yang akurat, pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali, kemudian akan diambil nilai rata-ratanya. Pola radiasi diukur pada dua bidang yang saling tegak lurus yaitu bidang E dan bidang H untuk mendapatkan gambaran bentuk radiasi dalam ruang. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada lampiran2 yang diolah menggunakan *Microsoft Excel 2003* kemudian akan dibuat grafik pola radiasi untuk antena ini..

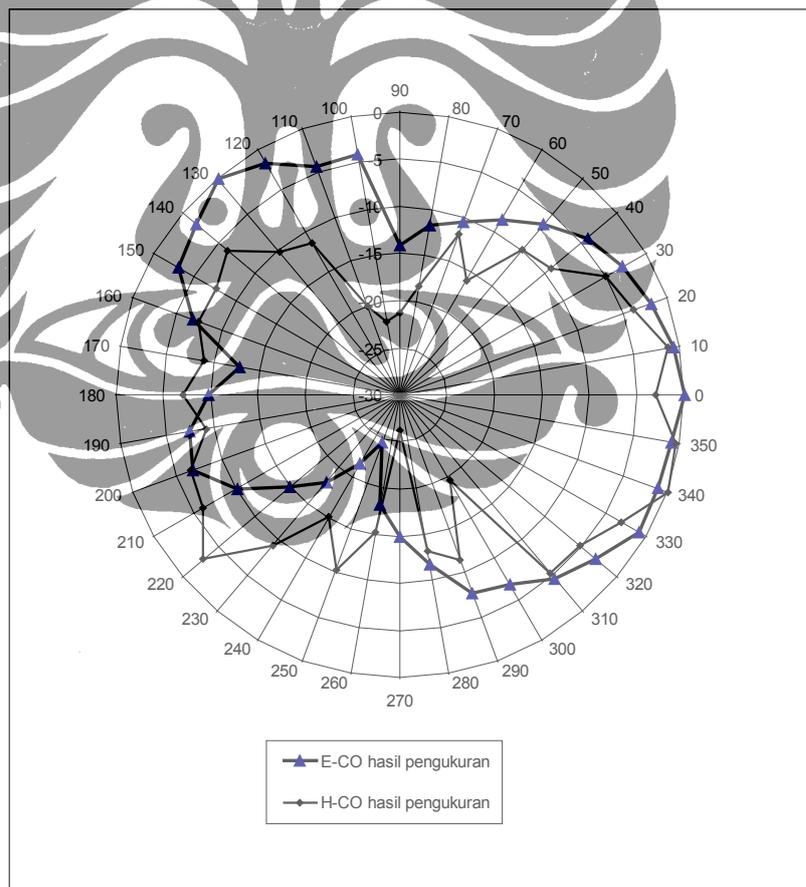
Dimensi terbesar dari antena yang ingin diukur adalah sebesar $D = 5.5$ cm. Pengukuran pola radiasi dilakukan dengan menggunakan tiga buah antena dengan frekuensi kerja yang sama. Dengan demikian ditentukan jarak pisah antar antena pengirim dan antena penerima untuk pengukuran pola radiasi dan gain adalah sejauh 48 cm.

Setelah menentukan jarak antar antena dan antena telah dihubungkan ke port NA (format S21) menggunakan kabel koaksial, kemudian antena penerima diputar dari posisi sudut $0^{\circ} - 360^{\circ}$ dengan interval 10° . Agar mendapatkan hasil yang akurat, pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali, kemudian diambil nilai rata-ratanya. Pola radiasi diukur pada dua bidang yang saling tegak lurus yaitu bidang E dan bidang H untuk mendapatkan gambaran bentuk radiasi dalam ruang. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 4.5 Konfigurasi pengukuran pola radiasi

Perbandingan medan E-Co dan medan H-Co



Gambar 4.6 Grafik perbandingan pola radiasi E-CO dan H-CO

Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa pola radiasi *omnidirectional* dengan *mainlobe* maksimum berada di 0 derajat.

4.1.3 Pengukuran gain.

Gain yang akan diukur pada pengukuran antenna ini adalah gain dengan nilai absolute. Pengukuran ini membutuhkan tiga buah antenna dengan frekuensi kerja yang sama atau yang hampir sama. Dengan tidak memperhatikan posisi antenna sebagai antenna pengirim atau antenna penerima, maka ada tiga kemungkinan pasangan antenna pengirim atau penerima yaitu:

1. Antena pengirim 1 dan antenna penerima 2
2. Antena pengirim 1 dan antenna pengirim 3
3. Antena pengirim 2 dan antenna pengirim 3

Pengukuran gain ini dilakukan dengan menggunakan network analyzer sebagai penghasil frekuensi dan *microwave counter* yang digunakan untuk melihat frekuensi yang dibangkitkan.

Perhitungan gain berdasarkan persamaan *friis*, yang secara umum dinyatakan sebagai berikut:

$$(G_o) + (G_o) = 2 + 1 + 1 + \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2 + 1 + 1 + \left(\frac{P_r}{P_t} \right) \dots \dots \dots (4.2)$$

- Dimana
- G_{ot} = gain absolute antenna pengirim (dB)
 - G_{or} = Gain antenna penerima (dB)
 - R = jarak antara antenna pengirim dan antenna penerima (m)
 - λ = panjang gelombang
 - P_r = daya diterima (W)
 - P_t = daya terkirim (W)

Dikarenakan ada tiga kemungkinan pasangan antenna pengirim dan antenna penerima, maka kemungkinan pengukuran gain sebagai berikut:

1. Antena pengirim 1 dan penerima 2

$$(G_1) + (G_2) = 2 \cdot 1 \cdot 10^{\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)} + 1 \cdot 1 \cdot 10^{\left(\frac{P_{r2}}{P_{t1}}\right)} \dots \dots \dots (4.3)$$

2. Antena pengirim 1 dan penerima 3

$$(G_1) + (G_3) = 2 \cdot 1 \cdot 10^{\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)} + 1 \cdot 1 \cdot 10^{\left(\frac{P_3}{P_{t1}}\right)} \dots \dots \dots (4.4)$$

3. Antena pengirim 2 dan penerima 3

$$(G_2) + (G_3) = 2 \cdot 1 \cdot 10^{\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)} + 1 \cdot 1 \cdot 10^{\left(\frac{P_{r3}}{P_2}\right)} \dots \dots \dots (4.5)$$

Persamaan diatas dapat ditulis dalam bentuk:

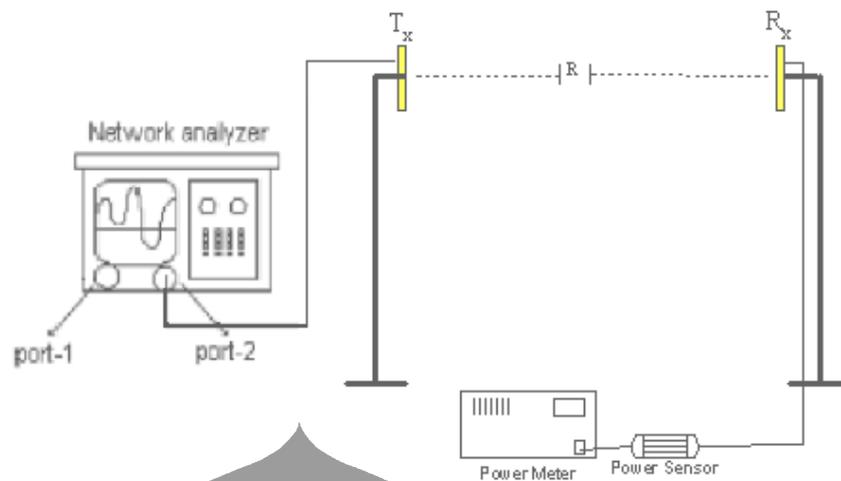
$$G_1 = \frac{1}{2}(A + B - C) \dots \dots \dots (4.6)$$

$$G_2 = \frac{1}{2}(A - B + C) \dots \dots \dots (4.7)$$

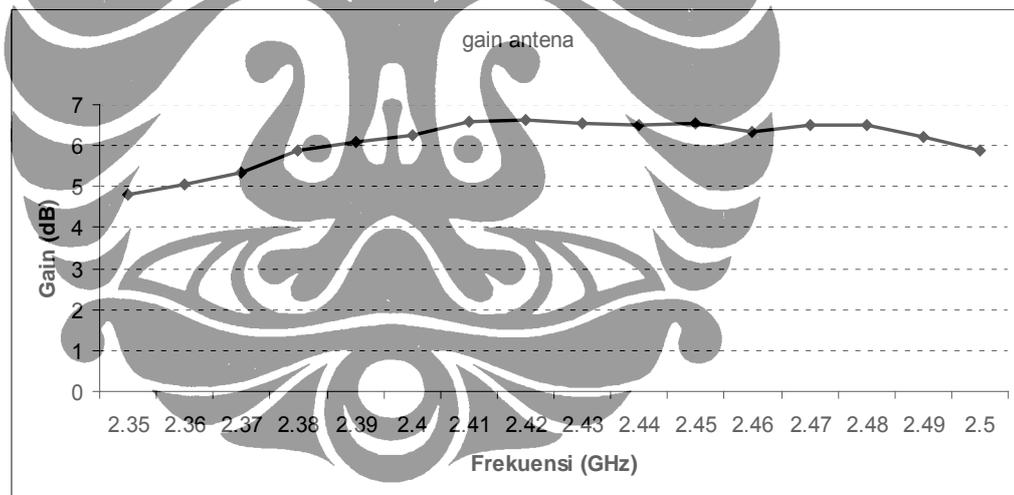
$$G_3 = \frac{1}{2}(-A + B + C) \dots \dots \dots (4.8)$$

Untuk mengurangi kesalahan dalam pengukuran gain antenna ada beberapa syarat yang harus dipenuhi yaitu :

1. Antena pengirim dan penerima harus saling berhadapan pada berkas maksimum.
2. Letak jarak antenna harus diperhatikan.
3. Semua komponen dalam kondisi matching



Gambar 4.7 Konfigurasi pengukuran Gain antenna



Gambar 4.8 Grafik hasil pengukuran Gain

Penelitian ini menggunakan metode 3 antenna. Hasil perhitungan gain akan diberikan pada lampiran 3. *Gain* antenna diukur sepanjang frekuensi kerja yang diinginkan. Pada frekuensi 2,4 GHz diukur 2,4 – 2,5 GHz setiap 10 MHz. Grafik hasil pengukuran *gain* untuk antenna mikrostrip segitiga elemen dapat pada gambar

4. Dari gambar diatas, dapat dilihat pada frekuensi 2,4 GHz diperoleh *gain* sekitar 6 dB.

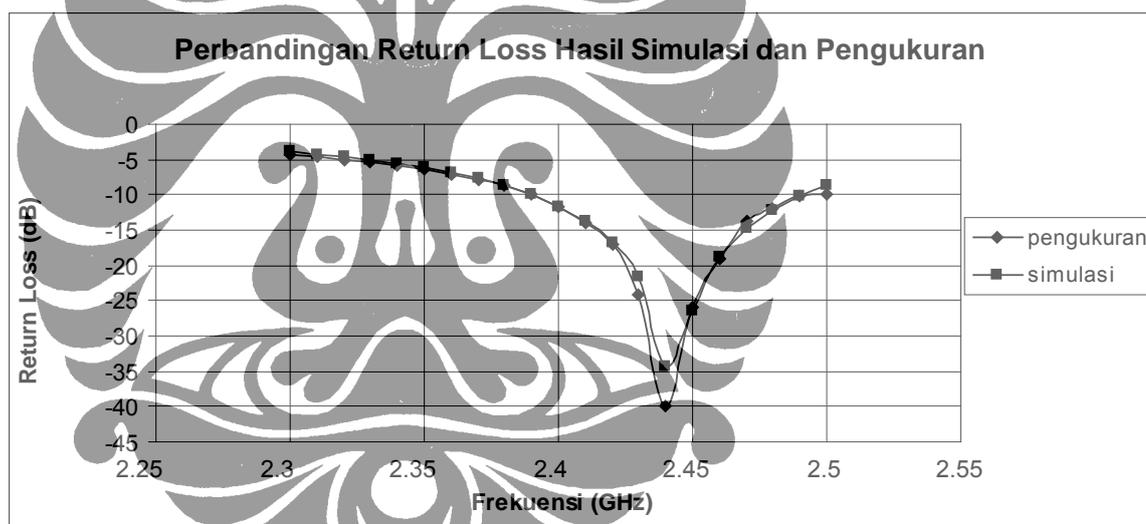
4.2 ANALISIS HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN ANTENA

Pada sub bab ini akan dibahas tentang perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran antenna. Perbandingan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran ini akan membandingkan return loss, VSWR dan pola radiasi.

4.2.1 Analisa Hasil Simulasi dan Pengukuran Antena Port Tunggal

Analisa ini dilakukan untuk membandingkan antara hasil pengukuran yang dilakukan dengan hasil simulasi.

4.2.1.1 Return Loss

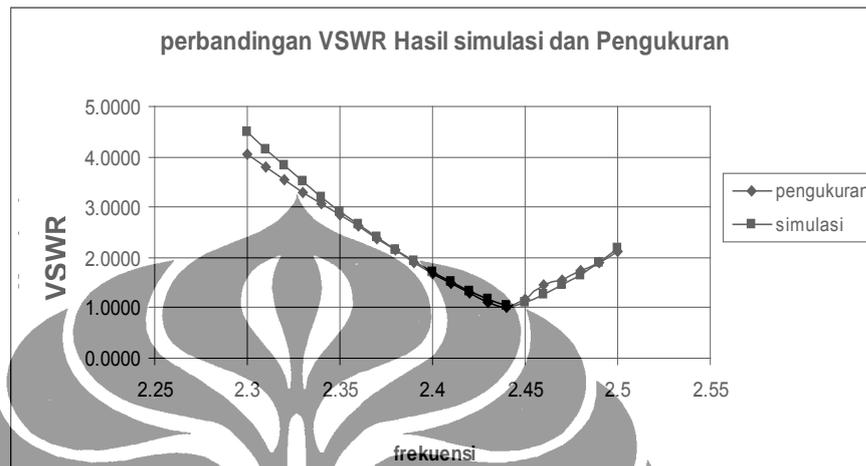


Gambar 4.9 Grafik perbandingan *return loss* simulasi dan pengukuran

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa terjadi pergeseran nilai *return loss*. *Return loss* pada saat simulasi sekitar -34.36dB. Sedangkan nilai *return loss* pada saat pengukuran nilainya sekitar -39.906dB pada frekuensi 2.44GHz. Hal ini menandakan bahwa nilai *return loss* nya mengalami penurunan, tapi nilai *return loss* ini masih masuk dalam spesifikasi antenna WLAN dimana nilai *return loss*nya sekitar ≤ -10 dB. Jika dilihat dari nilai *return loss*nya maka dapat kita perkiraan

besarnya bandwidth. Pada saat simulasi sekitar 100MHz dan pada saat pengukuran sekitar 100MHz.

4.2.1.2 VSWR



Gambar 4.10 Grafik perbandingan VSWR simulasi dan pengukuran

Dari tabel lampiran4 dapat dilihat bahwa nilai VSWR nya mengalami penurunan, jika dari hasil simulasi dapat dilihat nilai VSWR nya sekitar 1.039 tapi pada saat pengeukuran nilainya turun menjadi 1.01 pada frekuensi 2.44GHz..

Tabel 4.2 Hasil simulasi dan pengukuran

| Parameter | Hasil Simulasi | Hasil pengukuran |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| Impedansi <i>bandwidth</i> | 2.39-2.49 100MHz atau 0% | 2.40-2.50 100MHz atau 0.4% |
| Frekuensi tengah | 2.44 | 2.44 |
| <i>Return loss</i> (di frekuensi resonan) | -34.36 dB | -39.906 dB |
| VSWR (di frekuensi resonan) | 1.039 | 1.01 |

Jika dilihat dari tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa nilai return loss nya mengalami penurunan sekitar 4.7, serta bandwidth dan VSWR nya juga

mengalami penurunan, tapi nilai-nilai ini semua masih sesuai dengan spesifikasi WLAN.

Dapat dilihat pada hasil simulasi dan hasil pengukuran terdapat perbedaan *Return loss* dan *VSWR* hasil pengukuran mengalami perbaikan.

Error (kesalahan) didapatkan dengan persamaan :

$$\text{Error} = \left| \frac{\text{Data hasil pengukuran} - \text{Data hasil simulasi}}{\text{Data hasil simulasi}} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4.9)$$

Berikut diberikan nilai *error* frekuensi kerja antenna berdasarkan Tabel

4.1 (a) :

Untuk frekuensi bawah :

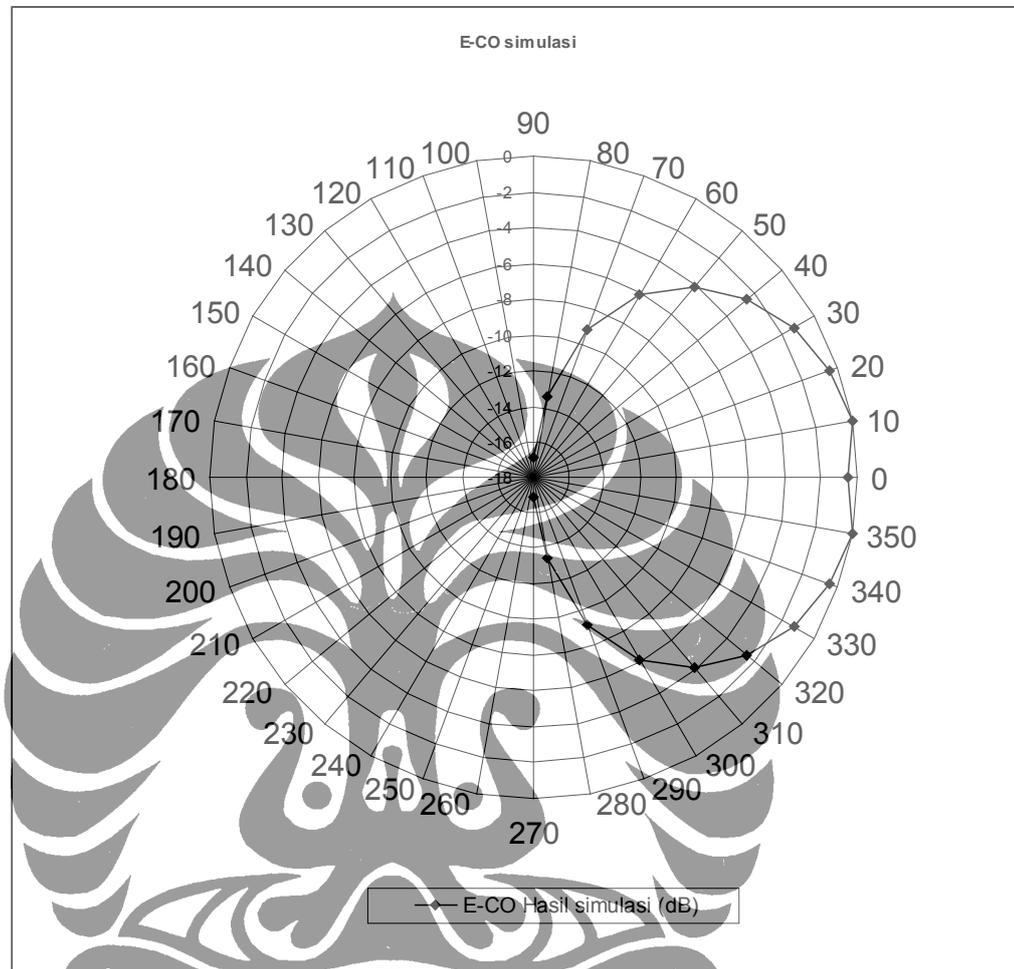
$$\text{Error} = \left| \frac{f_{\text{pengukuran}} - f_{\text{simulasi}}}{f_{\text{simulasi}}} \right| \times 100\% = \left| \frac{2.39 - 2.39}{2.39} \right| \times 100\% = 0\%$$

Untuk frekuensi atas :

$$\text{Error} = \left| \frac{f_{\text{pengukuran}} - f_{\text{simulasi}}}{f_{\text{simulasi}}} \right| \times 100\% = \left| \frac{2.50 - 2.49}{2.49} \right| \times 100\% = 0.4\%$$

4.2.1.3 Analisa Pola Radiasi

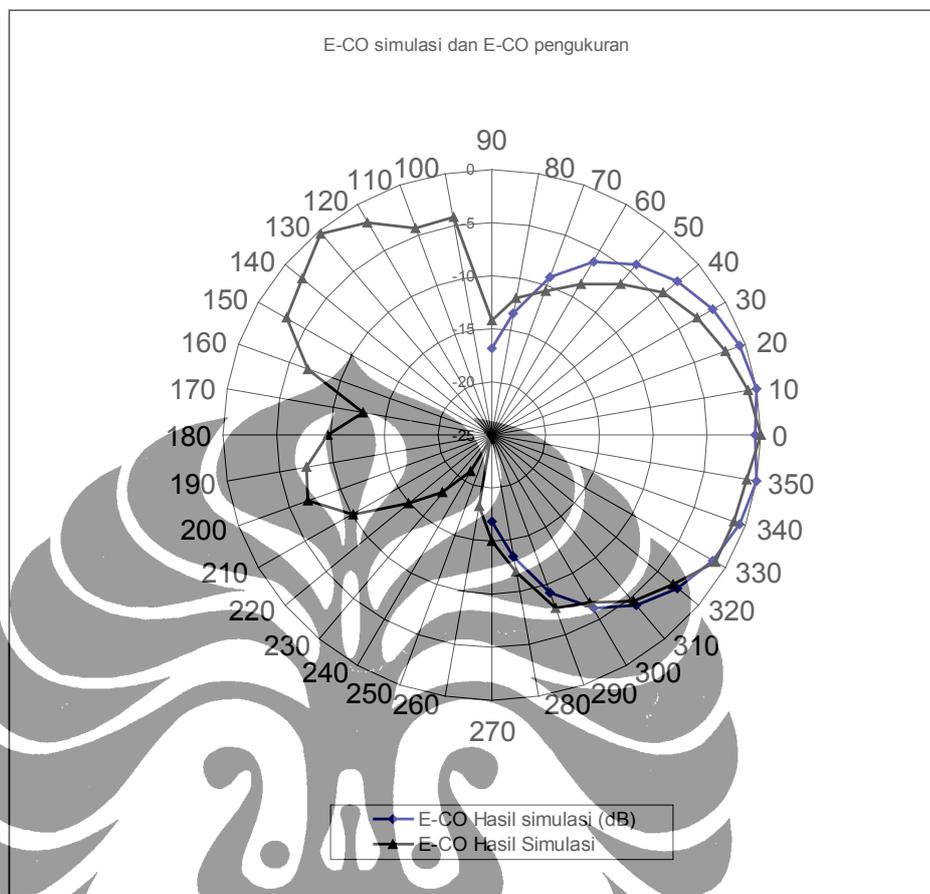
Pola radiasi medan E-Co hasil simulasi



Gambar 4.11 Grafik pola radiasi medan E-co hasil simulasi

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa pola radiasi antenna tersebut *omnidirectional*, dengan *mainlobe* di 10 derajat

Perbandingan E-Co simulasi dan H-Co hasil pengukuran.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan pola radiasi hasil pengukuran dan simulasi

Dari gambar grafik pola radiasi diatas dapat dilihat bahwa antara nilai hasil simulasi dan pengukuran agak sedikit berbeda tapi dari perbandingan diatas terdapat pola yang sama dan memiliki *mainlobe* di 0 derajat.