

# PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ANTENA MIKROSTRIP TIGA *ARRAY* DENGAN *STRIPLINE*

Oleh : Edi Daenuri Anwar

## Abstrak

Telah difabrikasi antena mikrostrip tiga array dengan stripline yang di cetak pada substrat FR4 *Double layer* dan dikarakterisasi bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Antena terdiri dari Tiga *Array* yang dihubungkan dengan *Stripline*. Struktur Antena ini memiliki ukuran panjang masing-masing *array* yaitu 30 mm, 25 mm dan 21 mm dengan lebar 3 mm dan jarak antar *array* adalah 26 mm dan 21.5 mm serta lebar *stripline* sebesar 1 mm. Hasil karakterisasi pada Frekuensi 2, 4 GHz menunjukkan nilai *return loss* -19.265 dB, VSWR 1.244 dan koefisien refleksi sebesar 0.108. Hal ini berarti 10,8% sinyal dipantulkan dan 99,02% sinyal ditransmisikan. Parameter – parameter karakterisasi tersebut mengindikasikan bahwa antena tersebut dapat bekerja sangat baik pada 2,4 GHz.

**Kata Kunci :** *Antena, mikrostrip*

## A. Pendahuluan

Dalam dunia telekomunikasi antena merupakan bagian yang sangat penting. Antena memberikan kontribusi yang cukup signifikan, baik dan buruknya jaringan antara sumber (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) gelombang ditentukan oleh antena. Bagaimana performansinya dalam menjawab kebutuhan akan fungsinya. Maka menjadi hal yang sangat urgen bagaimana bentuknya, berapa area yang diinginkan, bagaimana pola radiasi yang di inginkan.

Antena yang di buat ini merupakan antena mini yang sangat praktis dan sekarang menjadi trend, yaitu antena

mikrostrip. Desain antenna ini biasa yang terpasang pada PDA, Laptop, dan berbagai alat komunikasi. Desain antenna ini merupakan desain antenna yang menggunakan konsep yagi dan tercetak pada lembar FR4 dengan stripline sebagai penghubung antara *array*. Desain antenna Yagi yang selama ini digunakan dalam Televisi ternyata sangat efektif memberikan solusi dalam telekomunikasi.

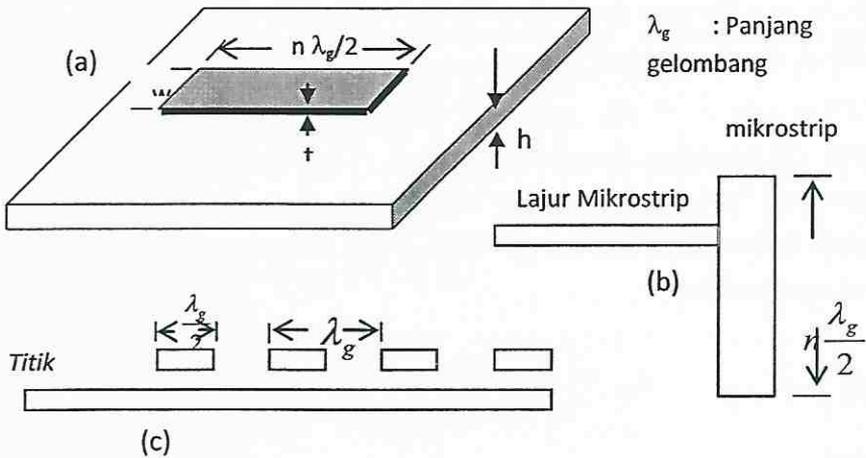
Desain Antena Mikrostrip dua larik atau yang lazim dikenal dengan sebutan *Double Array* merupakan pioner dalam pendesainan Antena Mikrostrip, juga memberikan solusi bagi kebutuhan dasar bagi aplikasi Antena. Desain Antena tersebut dipelopori oleh Faton Tefiku tahun 1996 melalui paper publikasinya yang berjudul “*A Broadband Antena of Double-Side Printed Strip Dipoles*” yang bekerja pada frekuensi 2 GHz [Tefiku, Faton,1996]. Sebagaimana Antena pada umumnya, Antena Mikrostrip yang diperlukan dalam aplikasi adalah yang memiliki karakteristik bandwidth lebar, return loss (RL) kecil, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) relatif rendah dan menghasilkan pola radiasi yang sempit. Menurut yang dilaporkan Faton Tefiku, ketiga parameter Antena Mikrostrip dua larik yaitu bandwidth, RL, dan VSWR pada dasarnya sudah memenuhi kriteria aplikasi, namun pola radiasinya masih lebar.

Karena itu pembuatan ini merupakan inovasi sehingga berbentuk antenna tiga *Array*. Desain Antena ini difokuskan pada frekuensi kerja 2.4 GHz., Hasil pengukuran di harapkan mampu menghasilkan karakteristik  $RL \leq -15$  dB,  $VSWR \leq 1.5$ , dan pola radiasi HPBW (*half Power Beam Wave*) yang relatif sempit.

## B. Tinjauan Pustaka

Antena Mikrostrip adalah Antena yang terbuat dari strip logam yang sangat tipis dengan ketebalan  $t$  yang dilekatkan diatas atas substrat dielektrik setebal  $h$  diletakkan di atas *ground plane*, dengan ukuran  $t$  dan  $h$  yang lebih kecil dari panjang

gelombang (*wavelength*) pembawa didalam ruang hampa. (Balanis, 1997) Substrat dielektrik yang lazim digunakan dalam pembuatan Antena Mikrostrip adalah tipe FR4 yang memiliki rentang konstanta dielektrik yang cukup lebar yaitu  $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$ .



Gambar 1 Susunan elemen Mikrostrip (Edward, 1995)

Susunan dari Antena Mikrostrip ditunjukkan pada Gambar 1. Elemen radiasi lajur-sempit yang ditunjukkan pada Gambar 1(a) adalah bentuk dasar Mikrostrip. Bentuk pencatutan-langsung terhadap resonator ditunjukkan pada Gambar 1(b). Sedangkan Gambar 1(c) adalah gambar sejumlah elemen radiasi Mikrostrip yang disusun membentuk suatu larik .(Edward,1995).

### Panjang Gelombang dan Konstanta Permittivitas Efektif Antena Mikrostrip

Panjang gelombang Mikrostrip ( $\lambda_g$ ) dan konstanta permittivitas efektif ( $\epsilon_{eff}$ ) adalah besaran-besaran fundamental dalam pembuatan Mikrostrip. Besaran-besaran tersebut berguna untuk menentukan panjang *strip*, lebar dan besaran-besaran yang lain dalam desain sebuah Antena Mikrostrip.

Nilai Panjang gelombang Mikrostrip ( $\lambda_g$ ) berbeda bila dibandingkan dengan panjang gelombang pembawa dalam ruang hampa ( $\lambda_o$ ). Secara umum, kecepatan gelombang merupakan hasil kali frekuensi dengan panjang gelombang. Dalam ruang hampa, kecepatan gelombang dalam ruang hampa ( $c$ ) merupakan perkalian frekuensi dengan panjang gelombang dalam ruang hampa, sehingga dapat ditulis dengan persamaan  $c = f\lambda_o$  dan demikian juga dalam Mikrostrip  $v_p = f\lambda_g$  sehingga didapatkan permitivitas efektif ( $\epsilon_{eff}$ ) dari Mikrostrip yang merupakan perbandingan kuadrat dari panjang gelombang pada ruang hampa dan panjang gelombang pada Mikrostrip. (Edward, 1995), yang dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\epsilon_{eff} = \left( \frac{\lambda_o}{\lambda_g} \right)^2 \quad (1)$$

atau

$$\lambda_g = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2)$$

Jika  $c = f\lambda_o$  dimasukkan dalam persamaan dengan  $c = 2.90^8$  m dan satuan dari frekuensi  $f$  dalam GHz maka panjang gelombang dalam Mikrostrip ( $\lambda_g$ ) menjadi :

$$\lambda_g = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{300}{f\sqrt{\epsilon_{eff}}} \text{ mm} \quad (3)$$

### **Pembuatan Antena Mikrostrip Yagi Tiga Array**

Dalam pendesainan antena mikrostrip Yagi tiga Array menggunakan beberapa persamaan dari Persamaan (4) sampai Persamaan (11). Sebelum merancang sebuah desain harus mengetahui dahulu berapa permitivitas efektif,  $\epsilon_{eff}$  yang digunakan untuk menghitung besarnya  $Z_o$ . Penentuan  $\epsilon_{eff}$  ini disesuaikan

dengan perbandingan  $w/h$ . Untuk  $w/h$  yang lebih besar dari 1,3 menggunakan Persamaan (4) sebagai berikut :

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + 10 \frac{h}{w} \right)^{-0.555} \quad (4)$$

Pada Pers (4) besaran  $w$  menyatakan lebar strip, sedangkan untuk  $w/h$  yang kurang dari 1,3 maka penentuan  $\epsilon_{eff}$  dilakukan dengan menggunakan Pers. (5) berikut.

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} \left\{ 1 - \frac{1}{2H} \left( \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \right) \left( \ln \frac{\pi}{2} + \frac{1}{\epsilon_r} \ln \frac{4}{\pi} \right) \right\}^{-2}, \quad (5)$$

dengan nilai  $H$  sesuai dengan Pers (6)

$$H = \ln \left\{ 4 \frac{h}{w} + \sqrt{16 \left( \frac{h}{w} \right)^2 + 2} \right\} \quad (6)$$

Setelah nilai  $\epsilon_{eff}$  diketahui maka langkah selanjutnya adalah menentukan  $Z_o$  pada setiap besaran panjang Apabila  $w/h \geq 1$ , maka  $Z_o$  dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$Z_o = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \left\{ \frac{w}{h} + 1.393 + 0.667 \left( \frac{w}{h} + 1.444 \right) \right\}^{-1} \quad (7)$$

Dan apabila  $S/h \leq 1$  maka persamaan yang digunakan adalah

$$Z_o = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \ln \left( 8 \frac{h}{S} + 0.25 \frac{S}{h} \right), \quad (8)$$

sedangkan penentuan nilai panjang gelombang pada Mikrostrip menggunakan persamaan 9 sebagai berikut

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (9)$$

Pada konversi dimensi lebar  $w$  dari Antena menjadi kapasitansi ( $\lambda_g = \lambda_{gc}$ ) menggunakan Pers (10) yaitu

$$C = \frac{w}{f\lambda_{gc}Z_{oc}} \quad (\text{farad})$$

(10)

Dan panjang jarak antar *array*  $d$  diubah menjadi nilai induktansi ( $\lambda_g = \lambda_{gl}$ ) dengan pers (11) yaitu

$$L = \frac{Z_o}{2\pi f} \sin\left(\frac{2\pi d}{\lambda_{gl}}\right) \quad (\text{henry})$$

(11)

(Edward, 1995)

## Besaran-besaran Karakterisasi pada Antena Mikrostrip

### *Return Loss (RL)*

*Return loss* atau disingkat RL merupakan besaran yang menunjukkan nilai kerugian dari power input terhadap power refleksi dari suatu Antena. Nilai RL diperoleh dari hasil pengukuran pada *Network Analyze* yang bersatuan *decibel* (dB). Selanjutnya dari nilai RL Dari *return loss*, dapat dihitung nilai parameter karakterisasi lainnya yaitu VSWR dan koefisien refleksi. Nilai *return loss* antara  $-\infty$  sampai dengan 0 dB. *Return loss* didefinisikan 10 kali logaritma dikalikan perbandingan antara power masukan dan power refleksi.

$$\text{Return loss(RL)} = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad (12)$$

dengan  $P_1$  = Power input (W)

$P_2$  = Power refleksi (W)

dalam hal ini nilai  $P_2$  lebih rendah dari  $P_1$ . Oleh karena

$$P = \frac{V^2}{R}, \quad (13)$$

dengan  $V$  = tegangan dan  $P$  adalah daya dalam Watt. maka dapat dituliskan

$$\begin{aligned} RL &= 10 \log \frac{V_r^2 / Z_0}{V_i^2 / Z_0} \\ &= 10 \log \frac{V_r^2}{V_i^2} \\ &= 20 \log \rho; \text{ dengan } \rho = \frac{V_r}{V_i} \end{aligned} \quad (14)$$

### ***Voltage Standing Wave Ratio***

*Voltage Standing Wave Ratio* atau disingkat VSWR adalah perbandingan gelombang berdiri (*standing waves*) dari interferensi maksimum dan interferensi minimum dari gelombang input dan gelombang refleksi pada sebuah Antena. *Standing waves* atau gelombang berdiri terbentuk dari gelombang datang dan gelombang pantul yang mempunyai titik-titik nodal yang tetap stasioner dengan waktu. Pada titik-titik tersebut gelombang terus meningkat menjadi maksimum dan menurun menjadi minimum.

### ***Scattering Parameter***

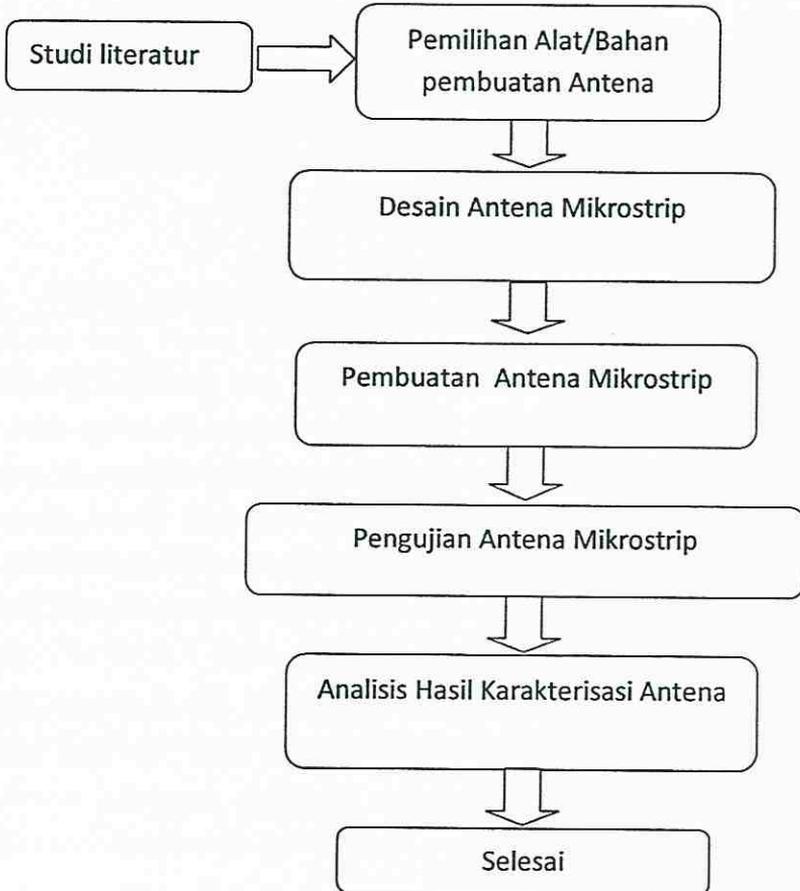
*Scattering* parameter atau parameter hambur memiliki dua koefisien yaitu koefisien refleksi ( $S_{11}$  atau  $S_r$ ) dan koefisien transmisi ( $S_{21}$  atau  $S_t$ ). Sedangkan koefisien transmisi menyatakan perbandingan antara tegangan sinyal yang ditransmisikan terhadap tegangan input.

$$S_{11} = \frac{V_{transmisi}}{V_{input}} \quad (15)$$

## C. Metode Penelitian

### Diagram Alir Penelitian

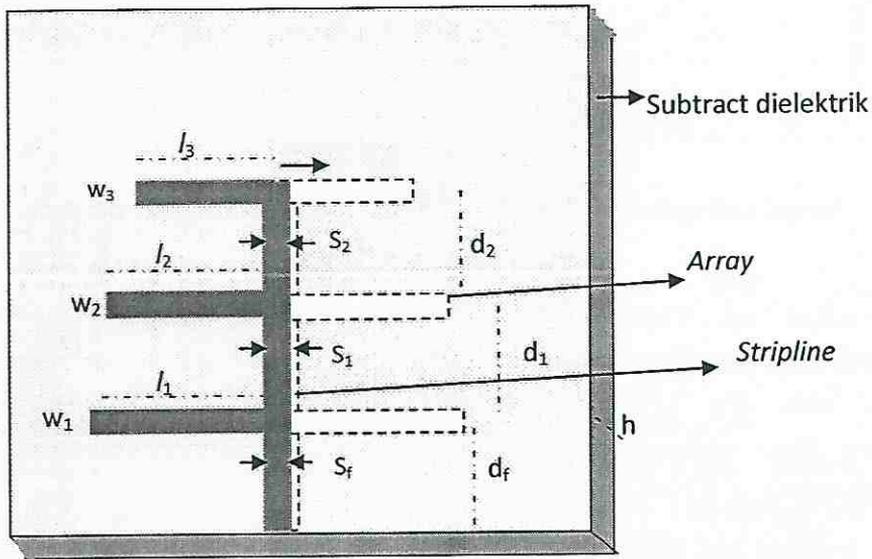
Urutan metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dengan studi literatur sesuai dengan diagrama alir mengenai Antena secara umum. Untuk lebih jelasnya seperti Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

## Perancangan Bentuk Geometri Antena Mikrostrip Yagi Tiga Array Double Side

Bentuk geometri Antena Mikrostrip dalam Gambar 3 beserta ukuran-ukurannya.



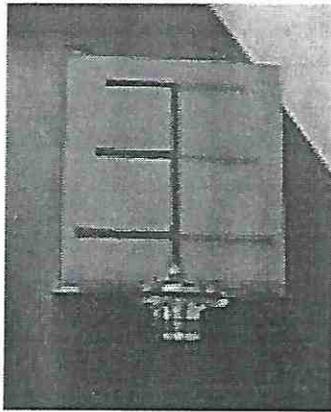
Gambar 3 Pemodelan Antena Mikrostrip Yagi Tiga Array

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan ukuran-ukuran desain yang terlihat pada Tabel 1

### Pembuatan Antena Mikrostrip hasil Fabrikasi

Tabel 1 Data Ukuran Desain Antena Mikrostrip

Ukuran Pembuatan Antena	W (mm)	$l_1$ (mm)	$l_2$ (mm)	$l_3$ (mm)	$d_f$ (mm)	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$S_f$ (mm)	$S_1$ (mm)	$S_2$ (mm)
	3	30	25	21	15	26	21.5	2	2	2



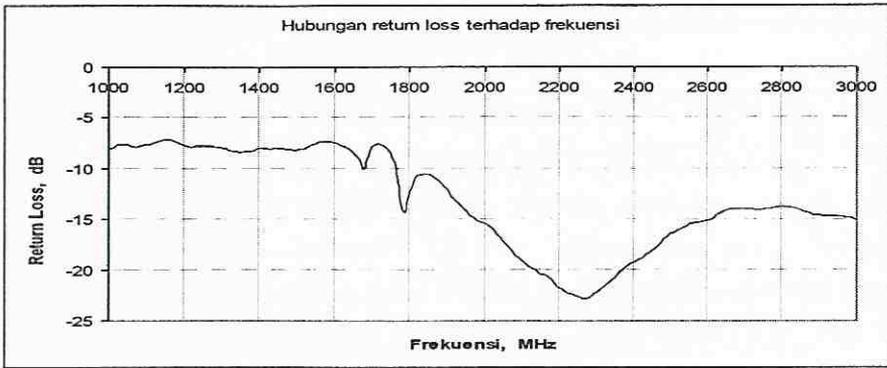
Gambar 4 Foto Hasil Fabrikasi

#### D. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran terhadap parameter-parameter karakterisasi antena yaitu RL, VSWR, Koefisien Refleksi dan dilakukan menggunakan *Network Analyzer* HP8714C di Laboratorium Antena dan Propagasi Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Industri, ITS, Surabaya. Penggunaan *Network Analyzer* HP8714C tersebut dipilih karena mampu mengukur dari rentang frekuensi 1000 MHz (1 GHz) sampai batas maksimal 3000 MHz (3 GHz), dimana frekuensi kerja 2,4 GHz dari Antena Mikrostrip Yagi Tiga *Array* sebagaimana didesain ada dalam rentang frekuensi tersebut.

#### Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip

Data hasil pengukuran yang telah dilakuakn dapat dilihat pada grafik hubungan antara RL dan frekuensi.

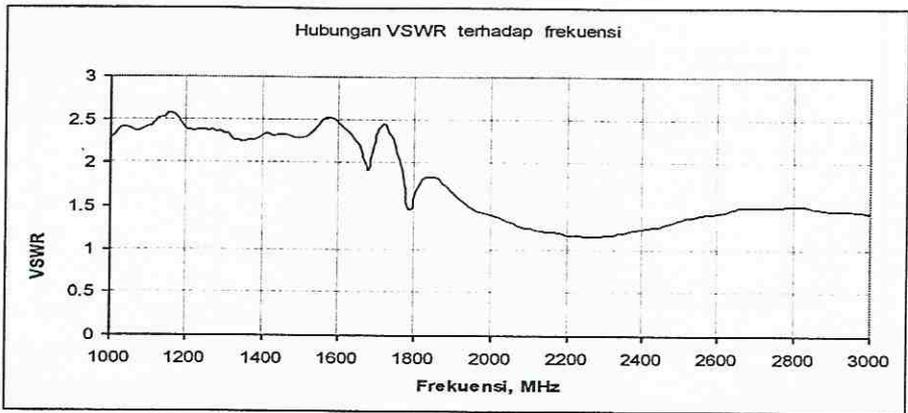


Gambar 5 Grafik hubungan *return loss* terhadap frekuensi pada Antena .

Gambar 5 merupakan hubungan *return loss* terhadap frekuensi menunjukkan bahwa *return loss* paling kecil berada pada frekuensi 2270 MHz yaitu sebesar -22.811 dB. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan panjang jarak *array* membuat frekuensi resonan semakin kecil dari 2.4 Ghz. Sedangkan pada frekuensi 2400 GHz, nilai *return loss*nya hanya -19,265 dB.

Selain frekuensi 2270 MHz ada dua frekuensi resonan lain yaitu frekuensi 1680 MHz dan 1790 MHz yang masing-masing sebesar -10,041 dB dan -1790 dB. Terjadinya dua frekuensi resonan ini karena adanya desain dari *feedline* yang tidak tepat 50  $\Omega$  dan adanya penyorderan kurang matang.

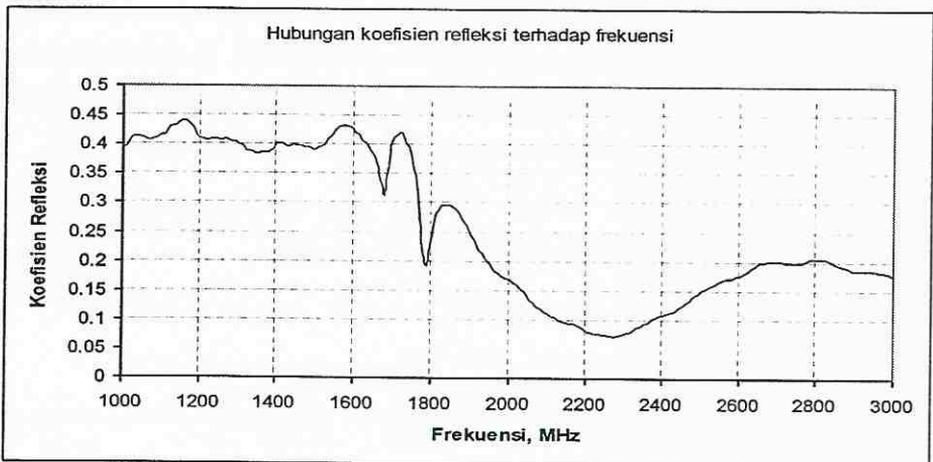
Plot hubungan antara VSWR dan frekuensi ditampilkan pada Gambar 6 sebagaimana berikut dibawah ini.



Gambar 6 Grafik hubungan VSWR terhadap frekuensi

Pada Gambar 6 merupakan plot hubungan VSWR terhadap frekuensi pada Desain Antena menunjukkan bahwa VSWR terendah pada frekuensi 2270 MHz yaitu 1.155.

Sedangkan mengenai plot hubungan koefisien refleksi terhadap frekuensi pada Desain Antena III ini ditampilkan pada Gambar 7 sebagaimana berikut dibawah ini.



Gambar 7 Grafik hubungan Koefisien refleksi terhadap frekuensi

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan adanya 3 puncak, yaitu pada frekuensi 1680 MHz, 1790 MHz, dan 2270 MHz, dengan nilai VSWR masing-masing 1,984, 1,474 dan 1.155 sedangkan nilai koefisien refleksinya 0.314, 0,191 dan 0.072. Nilai koefisien refleksi ini menunjukkan adanya pantulan sinyal yang sangat kecil yaitu sebesar 7,2 % sedangkan yang lainnya ditransmisikan. Sedangkan nilai VSWR dan koefisien refleksi pada frekuensi 2.4 GHz berturut turut adalah 1.244 dan 0.108. Hal ini berarti 10,8% sinyal dipantulkan dan 99,02% sinyal ditransmisikan.

### E. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan desain, fabrikasi dan karakterisasi mikrostrip tiga array berstripline dengan menggunakan substrat FR4. Secara terperinci penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Desain telah difabrikasi dapat bekerja pada 2.4 GHz
2. Desain memiliki ukuran panjang masing-masing *array* yaitu 30 mm, 25 mm dan 21 mm dengan lebar 3 mm dan jarak antar *array* adalah 26 mm dan 21.5 mm serta lebar *stripline* sebesar 1 mm mempunyai kinerja yang optimal pada frekuensi 2.4 GHz.dengan *return loss* -19.265 dB, VSWR 1.244 dan koefisien refleksi sebesar 0.108. Hal ini berarti 10,8% sinyal dipantulkan dan 99,02% sinyal ditransmisikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, C.A, 1997, *Antena Theory Analysis and Design*, Second edition, John Wiley and Sons, New York.
- Bhartia, P, Bahl, I.J., 1984, *Millimeter Wave Engineering and Applications*, John Wiley and Sons, Inc Canada
- Edwards, T, 1995, *Foundations For Microstrip Circuit Design*, Second edition, John Wiley and Son, Inc Canada.
- Eldek, 2006, *Design of Double Dipole Antena With Enhanced Usable Bandwidth For Wideband Phased Array Applications*, Progress In Electromagnetics Research Departement of Computer Engineering, USA
- Hund, E., 1989, *Microwave Communications, Component and Circuit*, McGraw Hill, New York.
- Indraswari,D., Pramono, Y.H. dan Rubiyanto, A., 2002. *Analisis Respon Frekuensi Antena Mikrostrip CPW dengan Simulasi FDTD*. Prosiding Seminar Fisika ITS, Surabaya.
- Kraus, John, 1999, *Electromagnetics With Applications*, Fifth edition, McGraw- Hill, Yew York.
- Kraus, John, 2002, *Antenas For All Applications*, Third edition, McGraw-Hill, New York
- Liao, Samuel, 1990, *Microwave Device and Circuits*, Third Edition, Prentice-Hall, New Jersey.
- Sujarwati, N., Pramono, Y.H. dan Rubiyanto, A., 2002. *Analisis Karakteristik Antena CPW SLOT dan PATCH dengan FDTD*. Prosiding Seminar Fisika, ITS, Surabaya.
- Young, L., Haider, S., Neve, M., Dr., 2003, *Microstrip Patch Antenas for Broadband Indoor Wireless System*, Part 4 project Report, Departement of Electrical & Electronics Engineering, The University of Auckland Faculty of Engineering.
- Tefiku, Faton, 1996, *A Broadband Antena of Double-Sided Printed Strip Dipole*, Proceedings of ISAP, Denki Kogyo.Co., Ltd. Japan