

## BAB 3

### PERANCANGAN ANTENA SEGITIGA

#### 3.1 PERANCANGAN ANTENA

Pada perancangan antena ini sudah sesuai dengan standar industri 802.11 dan variasi revisinya. Termasuk didalamnya standarnya versi 802.11b dan 802.11g. Untuk perancangan antena ini diharapkan mampu beroperasi sesuai dengan standar 802.11b dan standar 802.11g. dengan frekuensi 2.4Hz -2.486GHz, yang membedakan dua standar ini hanya kecepatan transfer data, jika pada standar 802.11b memiliki kecepatan transfer data hingga 11Mbps sedangkan pada 802.11g memiliki kecepatan transfer hingga 54Mbps.[8]

Dalam mendisain suatu antena mikrostrip, langkah-langkahnya adalah menentukan frekuensi operasi sehingga dapat diperoleh ukuran dari elemen peradiasinya. Ukuran elemen peradiasi ini dipengaruhi oleh konstanta relatif dari *substrate*. Pada tulisan ini antena yang dirancang adalah antena yang berbentuk segitiga sama sisi, yang dicatu kopling dengan pencatu berbentuk garpu. Antena ini memiliki satu buah *port input* dan dua buah *port output*, yang diimplementasikan untuk membangkitkan antena yang dirancang.

#### 3.2 PENENTUAN SUBSTRAT

Jenis substrat yang digunakan untuk antena mikrostrip akan mempengaruhi parameter-parameter dalam perancangan, karena tiap substrat ini memiliki parameter-parameter yang berbeda.

##### 3.2.1 Konstanta dielektrik

Merupakan parameter yang akan mempengaruhi besarnya parameter-parameter yang lain terutama ukuran elemen peradiasi. Tebal substrat suatu antena mikrostrip diukur dari ketebalan bahan dielektriknya, sedangkan tebal elemen

penghantar merupakan tebal lapisan penghantar yang menghimpit bahan dielektrik. Ketebalan substrat dapat mempengaruhi *bandwidth* dan level kopling, semakin tipis substrat akan meningkatkan *bandwidth*.

### 3.2.2 Rugi tangensial substrat

Besarnya rugi-rugi ini diusahakan sekecil mungkin yaitu dibawah 0.001

### 3.2.3 Konduktivitas penghantar

Merupakan faktor yang menentukan baik tidaknya sifat penghantar listrik bahan. Biasanya terbuat dari bahan tembaga yang nilai konduktivitasnya  $5.8 \times 10^7$  s/m.

## 3.3 PERANGKAT YANG DIGUNAKAN

Perancangan antenna ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras digunakan untuk fabrikasi dan pengukuran antenna, sedangkan perangkat lunak digunakan untuk melakukan simulasi dan untuk mengetahui karakteristik atau kinerja antenna yang dirancang. Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan antenna mikrostrip antara lain:

1. Substrat dielektrik FR4, sebagai bahan antenna.
2. *Network Analyzer HP 8753E* (30 kHz - 6 GHz)  
Alat ini dapat digunakan untuk pengukuran *port* tunggal (mengukur VSWR, frekuensi resonansi, impedansi masukan, *return loss*, dan *bandwidth*) dan *port* ganda (mengukur pola radiasi dan *gain*).
3. *Power Meter Anritsu ML83A* untuk membaca daya keluaran dari antenna dan *network analyzer*.
4. *Power Sensor Anritsu MA72B* untuk mengukur daya keluaran dari antenna dan *network analyzer*.
5. Konektor SMA 50 ohm.
6. Kabel koaksial 50 ohm.

Adapun perangkat lunak yang digunakan yaitu :

1. *AWR Microwave Office 2004*

Perangkat lunak ini digunakan untuk merancang dan mensimulasikan antena yang dibuat. Setelah disimulasi akan diperoleh beberapa karakteristik antena seperti frekuensi kerja, *bandwidth*, impedansi *input*, *return loss*, VSWR, dan pola radiasi.

2. *PCAAD 3.0*

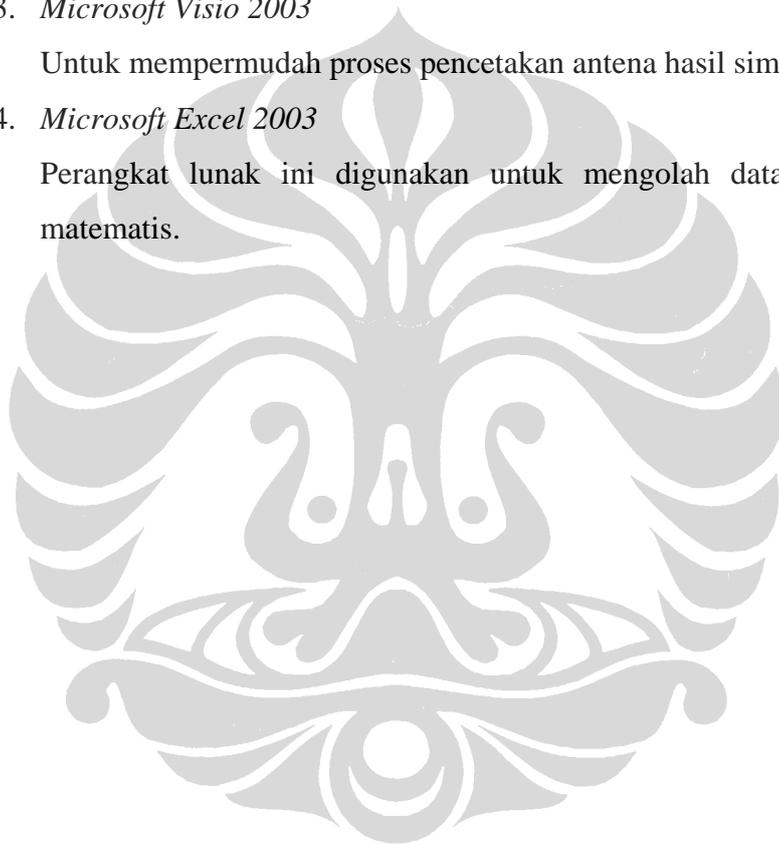
Perangkat lunak ini digunakan untuk menentukan lebar saluran pencatu.

3. *Microsoft Visio 2003*

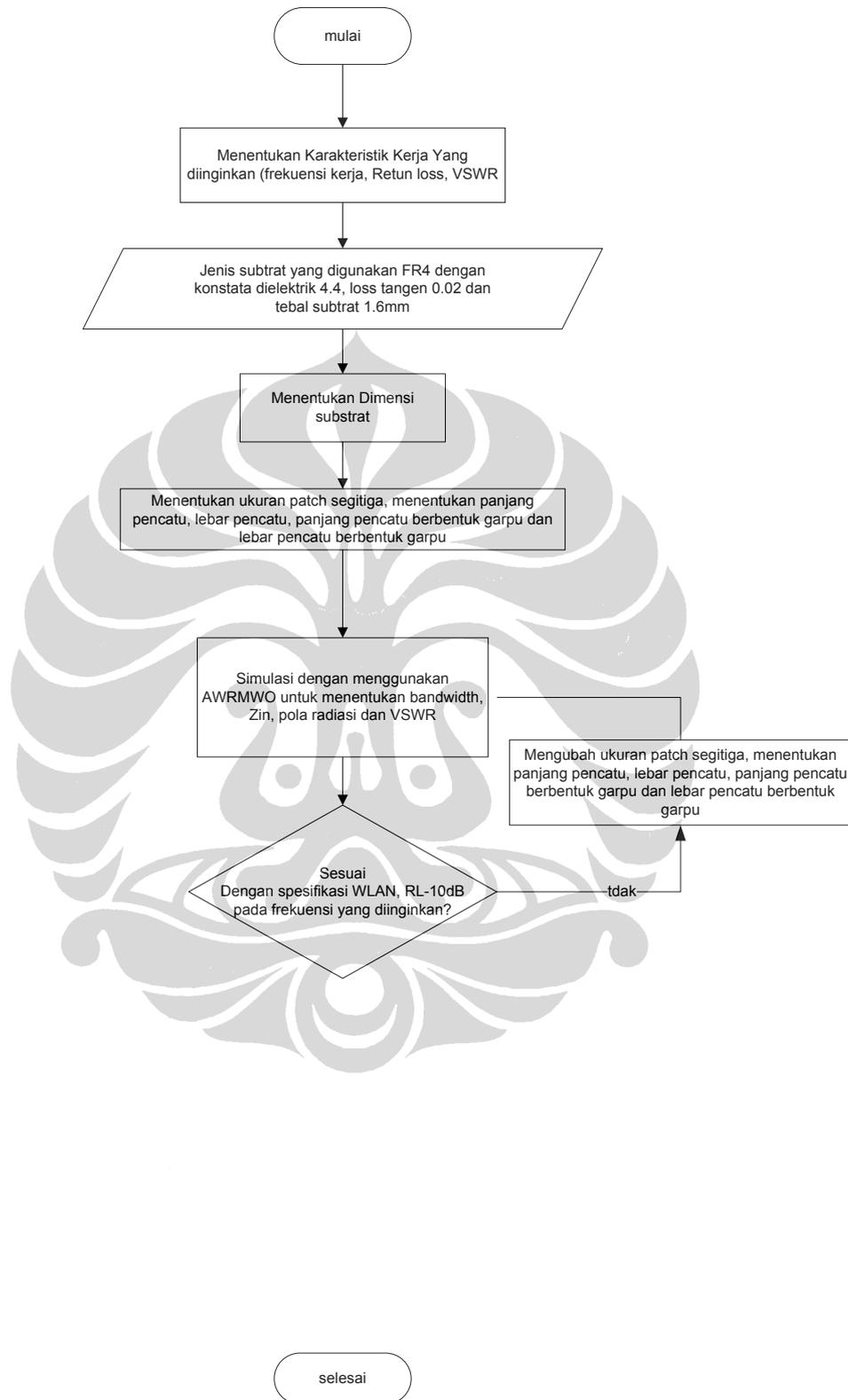
Untuk mempermudah proses pencetakan antena hasil simulasi

4. *Microsoft Excel 2003*

Perangkat lunak ini digunakan untuk mengolah data dengan persamaan matematis.



### 3.4 DIAGRAM ALIR PERENCANAAN ANTENA SEGITIGA



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan antenna

### 3.5 PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP SEGITIGA YANG DIKOPLING SALURAN PENCATU BERBENTUK GARPU

Dalam perancangan antenna pertama kali adalah menentukan karakteristik antenna yang diinginkan, dimana telah diperlihatkan pada diagram alir diatas. Karakteristik antenna yang dimaksud yaitu frekuensi kerja, *return loss*/VSWR, dan gain. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan yaitu [9]:

1. Frekuensi kerja : 2,4 GHz (2,4-2,5 GHz)
2. Impedansi terminal : 50  $\Omega$  koaksial konektor SMA
3. VSWR : 2
4. *return loss* : -10
5. Gain : > 5 dB

Dielektrik merupakan hal yang paling mendasar dari suatu rangkaian antenna mikrostrip. Substrat yang memenuhi sebuah fungsi elektrik dengan memfokuskan medan-medan elektromagnetik dan mencegah radiasi sirkuit yang tidak diinginkan. Pada tulisan ini bahan yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Konstanta dielektrik relatif ( $\epsilon_r$ ) : 4.4

Loss Tangen ( $\tan \delta$ ) : 0.02

Ketebalan substrat (h) : 1.6 mm

Ketebalan substrat akan mempengaruhi *bandwidth* dan gelombang permukaan (*surface wave*). Semakin kecil tebal substrat maka efek gelombang permukaan semakin kecil. Dengan mengecilnya gelombang permukaan diharapkan dapat meningkatkan kinerja antenna seperti : gain, efisiensi, dan *bandwidth*. Konstanta dielektrik relatif ( $\epsilon_r$ ) akan mempengaruhi terjadinya gelombang permukaan. Namun dengan semakin kecilnya konstanta dielektrik, maka ukuran *patch* dan saluran pencatu mikrostrip yang dibutuhkan akan semakin

luas, karena ukuran *patch* dan saluran mikrostrip berbanding terbalik dengan konstanta dielektrik.

### 3.6 PERANCANGAN SALURAN CATU MIKROSTRIP

Pada saat pengukuran, pencatu antenna mikrostrip akan dihubungkan dengan konektor SMA 50  $\Omega$ . Dengan demikian dalam perancangan pencatu antenna mikrostrip perlu impedansi masukan ( $Z_{in}$ ) 50  $\Omega$ . Untuk mendapatkan nilai impedansi saluran pencatu 50  $\Omega$ , dapat dilakukan dengan mencari lebar saluran pencatu. Dengan menggunakan perangkat lunak PCAAD 3.0 dan memasukkan beberapa parameter yang dibutuhkan, maka secara otomatis akan diketahui nilai lebar impedansi 50  $\Omega$ .

#### 3.6.2 Menentukan panjang dan lebar saluran pencatu mikrostrip

Untuk lebar ukuran saluran pencatu sudah didapat nilainya yaitu sebesar 3.05mm dan dapat kita bulatkan menjadi 3mm untuk mempermudah perhitungan, nilai ini didapat dari hasil simulasi dengan menggunakan PCAAD 3.0.

Gambar 3.2 Menentukan lebar saluran catu menggunakan PCAAD 3.0

Untuk mencari panjang dari saluran pencatu ini dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

Dengan  $B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$ ,

dimana nilai notasi B merupakan sebuah penyederhanaan dari perhitungan.

Menghitung panjang dan lebar saluran catu untuk  $Z_0 = 50$  ohm

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{377 \times 3,14}{2 \times 50 \times \sqrt{4,4}} = 5,04 \approx 5$$

Dan

$$\frac{W}{h} = \frac{2}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$\frac{W}{h} = \frac{2}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2 \times 5) + \frac{4,4 - 1}{2 \times 4,4} \left[ \ln(5 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right] \right\}$$

$$\frac{W}{h} = 1,6$$

Untuk  $\frac{W}{d} \leq 2$

$$\frac{W}{d} = 1,6 \leq 2$$

Maka

$$W = 1,6 \times 1,6 = 2,56 \approx 3mm$$

Dari perhitungan diatas didapat lebar saluran catunya 3mm.

Untuk mencari ukuran panjang pencatu berbentuk garpu ini maka diperlukan  $\epsilon_{eff}$ . Nilai  $\epsilon_{eff}$  adalah konstanta dielektrik efektif dari saluran mikrostrip.

Ukuran konstanta ini bergantung pada ketebalan subtrat dan lebar konduktor. Konstanta dielektrik efektif pada mikrostrip ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{d}{w}}}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{4.4 + 1}{2} + \frac{4.4 - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1.6}{3}}}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{5.4}{2} + \frac{3.4}{2} \frac{1}{\sqrt{18.6}}$$

Maka didapat  $\epsilon_{eff} = 3.329$

Dan kecepatan fasa dan konstanta propagasi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:  $Vp = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$ ,  $\beta = K_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}$ , dimana  $Vp$  adalah kecepatan fasa dan  $\beta$  adalah konstanta propagasi.

Panjang saluran satu untuk pergeseran phase sebesar 90 derajat maka dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{dimana } \theta = 90^\circ = \beta l = \sqrt{\epsilon_{eff}} k_0 l$$

$$\text{Jadi nilai } K_0 \text{ adalah : } k_0 = \frac{2\pi f}{c}$$

$$k_0 = \frac{2 \times 3.14 \times 2.44 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8}$$

$$k_0 = 51.1$$

Dimana  $\theta$  adalah pergeseran fasa dan nilai  $k_0$  adalah konstanta propagasi maka panjang  $L$  didapat

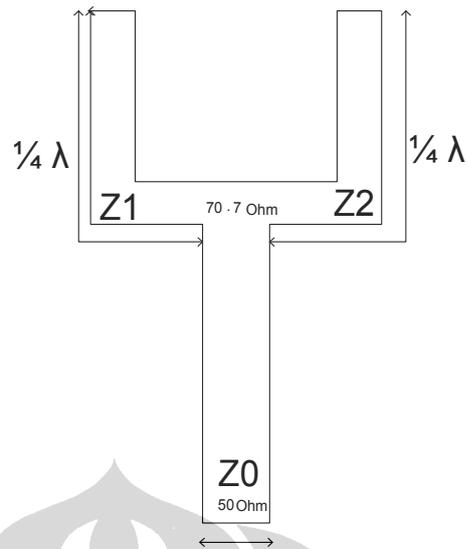
$$L = \frac{90^\circ \times \left(\frac{\pi}{180^\circ}\right)}{\sqrt{\epsilon_{eff}} k_0}$$

Maka didapat panjang saluran catunya sebesar,

$$L = \frac{90^\circ - \left(\frac{\pi}{180^\circ}\right)}{\sqrt{3.3} \times 51.1} = 16.8 \text{ mm} \approx 17 \text{ mm}$$

### 3.6.2 Perancangan Saluran Pencatu Berbentuk Garpu

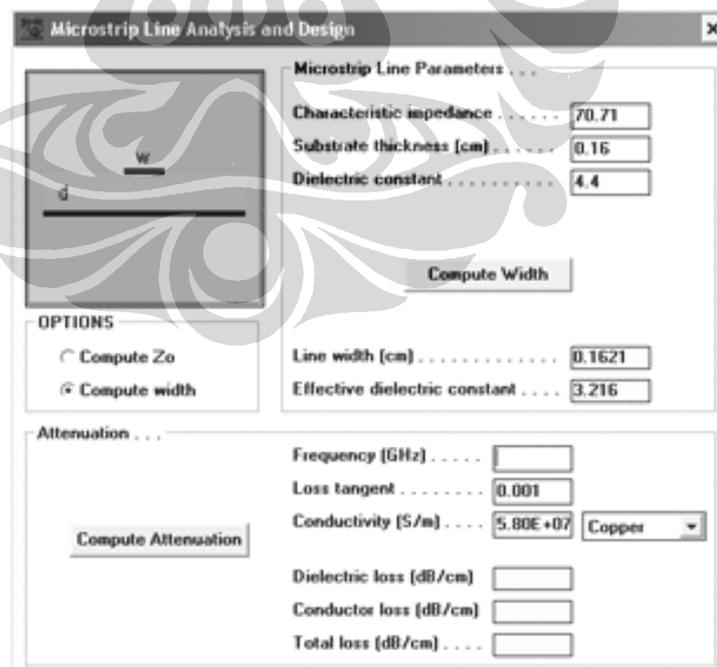
Sesuai dengan teori dari *Wilkinson divider* bahwa sinyal yang masuk kedalam suatu cabang dan akan dibelah dengan amplitudo yang sama, *output* fasa yang sama. Ketika ujung dari isolasi resistor antara *port 2* dan *3* berada pada potensial yang sama, tidak ada arus yang mengalir dan resistor tidak *dicouple* dari *input*. Dua *port output* akan di paralel pada *input* maka cabang-cabang itu harus ditransformasikan ke  $2Z_0$  pada setiap masing-masing *port*, seperempat panjang gelombang setiap cabang. Jadi untuk panjang cabang saluran catunya adalah  $\frac{1}{4} \lambda$  dan agar dapat *match* dengan impedansi karakteristik maka impedansi pada cabang saluran catu besarnya  $\sqrt{2}Z_0$  [5].



Gambar 3.3 Menentukan ukuran pencatu berbentuk garpu

Nilai impedansi pada masing masing cabang adalah  $Z_1=Z_2=\sqrt{2}Z_0=70.71$  Ohm.

Untuk menentukan lebar cabang saluran catu kita dapat menggunakan perangkat lunak PCAAD 3.0



Gambar 3.4 Menentukan lebar saluran catu berbentuk garpu PCAAD 3.0

Dari simulasi menggunakan PCAAAD 3.0 kita mendapatkan lebar saluran catu sebesar 1.6 mm. Dan nilai  $\epsilon_{eff} = 3.22$ mm. Maka nilai l dapat dicari dengan persamaan

$$\begin{aligned}\epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/W}} \right] \\ &= \frac{4.4 + 1}{2} + \frac{4.4 - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12(1.6/1.6)}} \right] \\ &= 3.22\end{aligned}$$

Maka didapat panjang saluran catu 70.7 ohm

$$\begin{aligned}\lambda_g &= \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ \lambda_g &= \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3.22}} = \frac{2.4 \times 10^8}{1.84} = 69.8mm \\ l &= \frac{1}{4} \lambda_g = 17.5mm\end{aligned}$$

### 3.7 PENENTUAN DIMENSI SEGITIGA

Untuk menentukan dimensi antenna segitiga dapat digunakan persamaan dibawah ini :

$$f_{10} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$a = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}}$$

Untuk mengkompensasi efek tepi maka persamaan diatas menjadi

$$a_{eff} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_r}} (mm)$$

Dimana  $a_{eff}$  : panjang efektif segitiga (mm)

Dalam disain ini subtract yang digunakan memiliki nilai-nilai sebagai berikut  $\epsilon_r$  : 4.4, tang  $\delta$ : 0.02,  $h$  : 1.6 mm dengan  $f_{10}$  : 2.4 GHz

Maka didapat

$$f_{10} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$a = \frac{2 \times 3 \times 10^8}{3 \times 2.44 \times 10^9 \sqrt{4.4}}$$

$$a = \frac{6 \times 10^8}{15.35 \times 10^9}$$

$$a = 0.03907m \approx 39mm$$

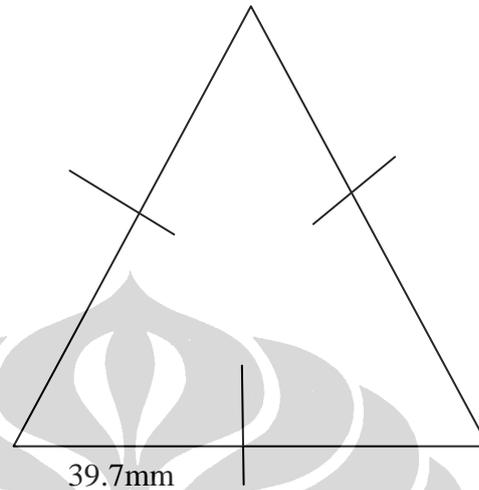
Panjang sisi segitiga ini harus dikurangi lagi karena terdapat efek tepi dari elemen peradiasi, yang akan menyebabkan elemen peradiasi akan bertambah lebar. Sehingga panjang sisi segitiga efektif dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$a_{eff} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_r}} (mm)$$

$$a_{eff} = 39 + \frac{1.6}{\sqrt{4.4}} = 39 + 0.7 = 39.7mm$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai efektif yang akan digunakan sebagai panjang sisi *patch* segitiga seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2, ukuran segitiga inilah yang nantinya akan digunakan sebagai simulasi. Dan sebagai

rancangan awal antenna dan panjang sisi segitiga ini nantinya akan dimodifikasi berulang-ulang.



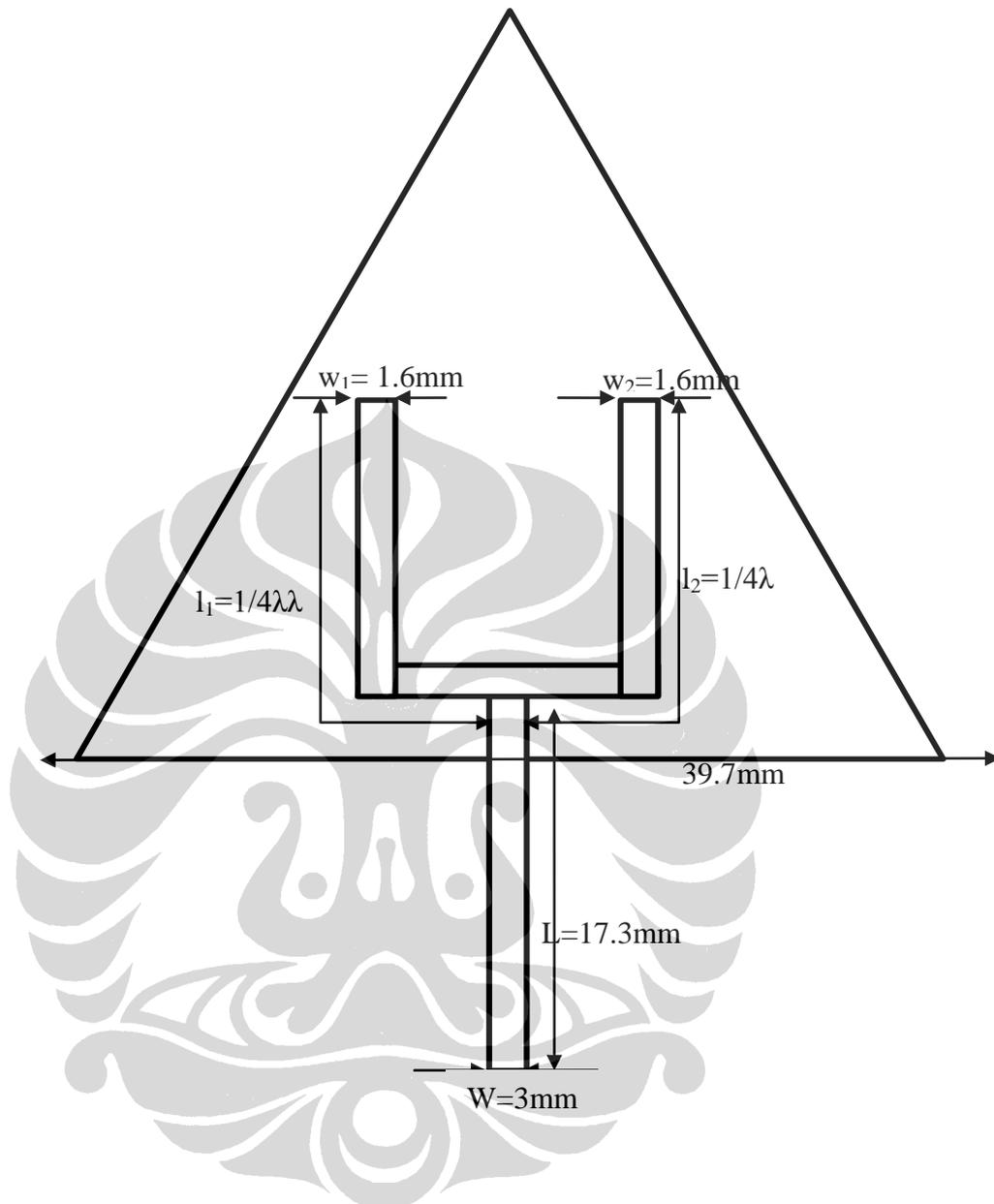
Gambar 3.5 Ukuran segitiga sama sisi

Gambar 3.5 merupakan gambar patch antenna mikrostrip segitiga, dimana ukuran segitiga tersebut didapat dengan menggunakan persamaan 2.3. Ukuran segitiga tersebut sudah dikurangi oleh efek tepi yang terjadi pada patch antenna segitiga.

Tabel 3.1 Ukuran komponen dari perhitungan

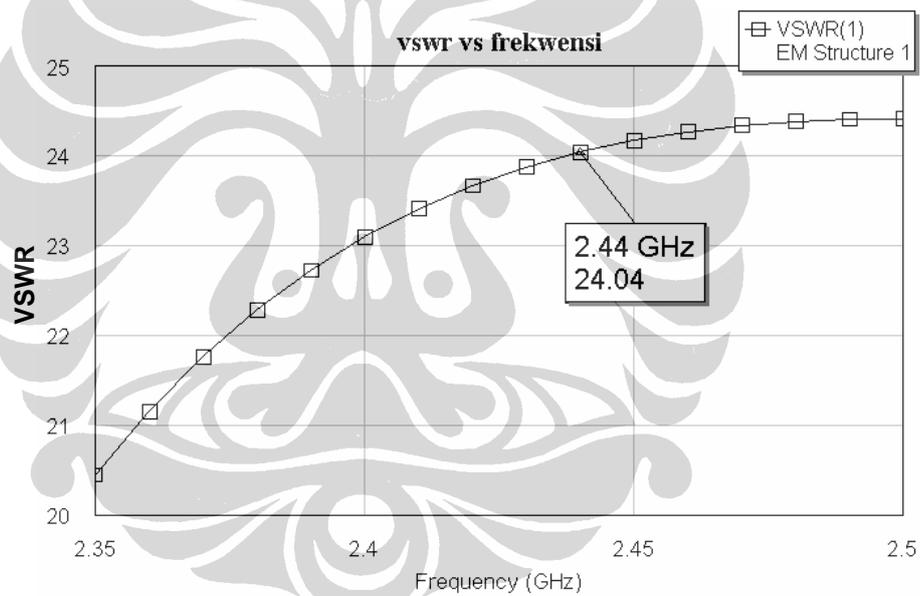
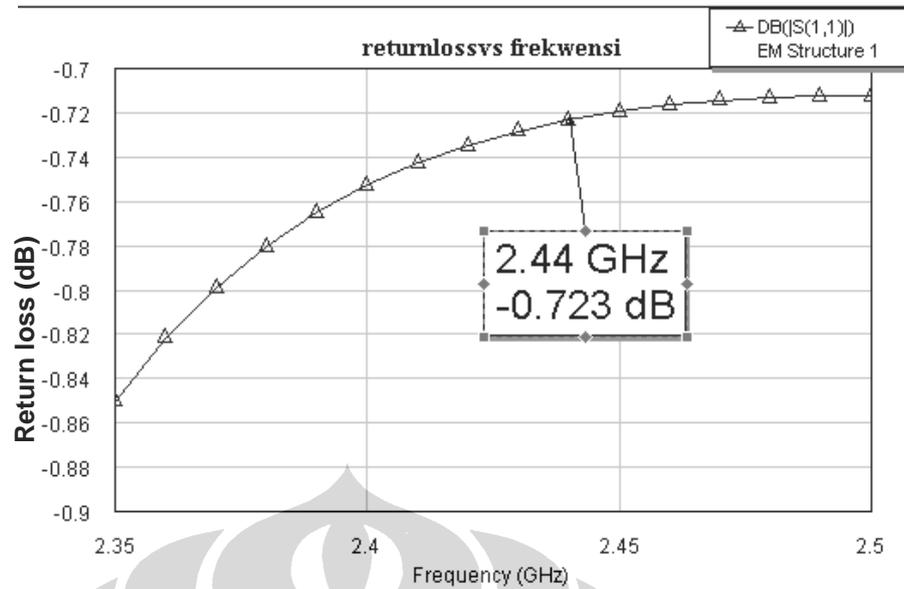
Karakteristik impedansi	Lebar(W)	Panjang (l)
$Z_0=50 \text{ Ohm}$	3 mm (W)	17 mm (L)
$Z_{01}=\sqrt{2} Z_0 = 70.71$	1.6 mm ( $w_1$ )	17,5 mm ( $l_1$ )
$Z_{02}=\sqrt{2} Z_0 = 70.71$	1.6 mm ( $w_2$ )	17.5mm ( $l_2$ )
Ukuran substrat	45mm	55mm

### 3.8 SKEMA AWAL BENTUK ANTENA MIKROSTRIP SEGITIGA



Gambar 3.6 Skema awal antenna segitiga berdasarkan hasil perhitungan

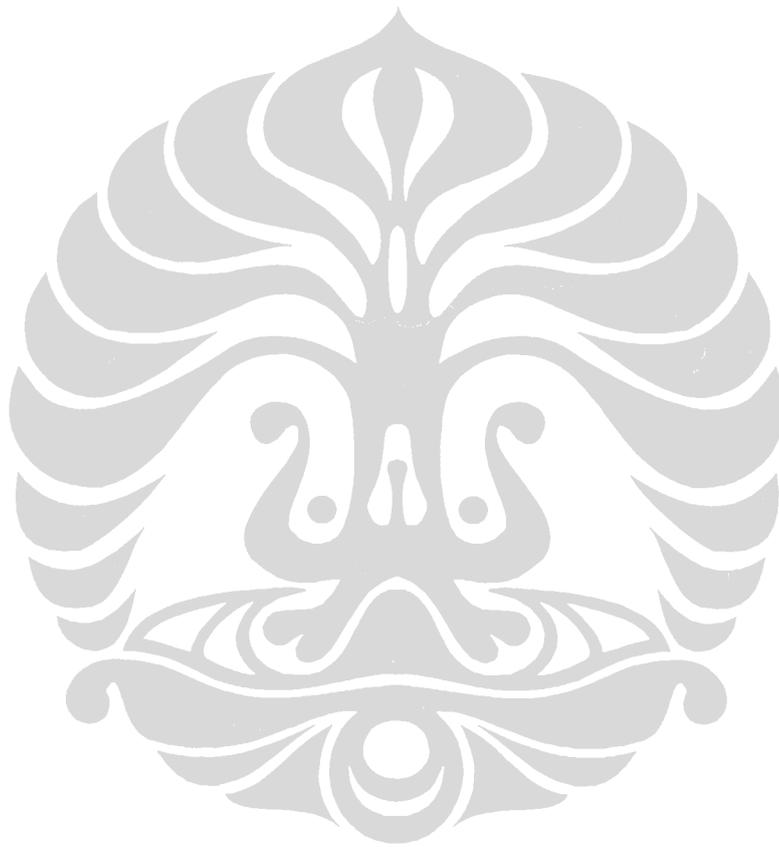
Dari skematik diatas jika kita simulasikan kedalam perangkat lunak AWR maka hasilnya akan seperti gambar 3.7. Dimana nilai return loss dan nilai VSWR nya masih belum sesuai dengan yang diharapkan maka ukuran antenna diatas itu harus kita modifikasi hingga mendapatkan nilai-nilai yang sesuai dengan spesifikasi WLAN. Dari hasil simulasi tersebut didapat nilai *return loss* sekitar -0.723dB dan nilai VSWR nya 24.04 pada frekuensi 2.44GHz



Gambar 3.7 Nilai return loss dan VSWR hasil simulasi dengan ukuran komponen sesuai perhitungan

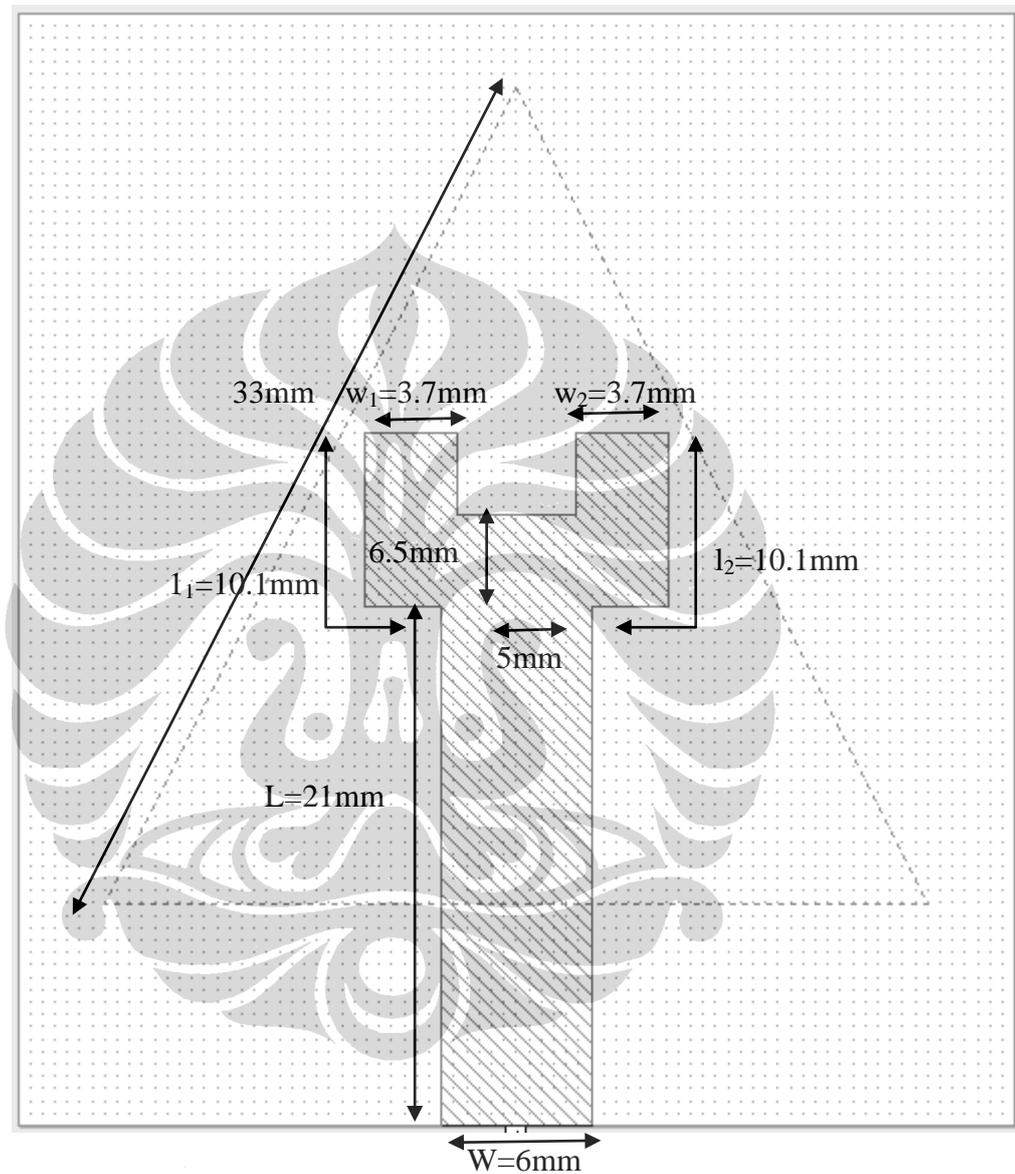
### 3.9 HASIL AKHIR PERANCANGAN ANTENA SEGITIGA

Setelah menentukan karakteristik kerja yang diinginkan, jenis dan dimensi substrat, impedansi saluran pencatu mikrostrip, dan jarak antar elemen selanjutnya akan disempurnakan lagi dengan program AWR *Microwave Office* 2004. sehingga hasil simulasi seperti *return loss*, VSWR, impedansi karakteristik, dan pola radiasi yang diinginkan tercapai.



### 3.10 HASIL SIMULASI MENGGUNAKAN *MICROWAVE OFFICE 2004*

Gambar 3.8 merupakan gambar antena mikrostrip segitiga yang sudah mengalami perubahan di hampir semua komponennya.

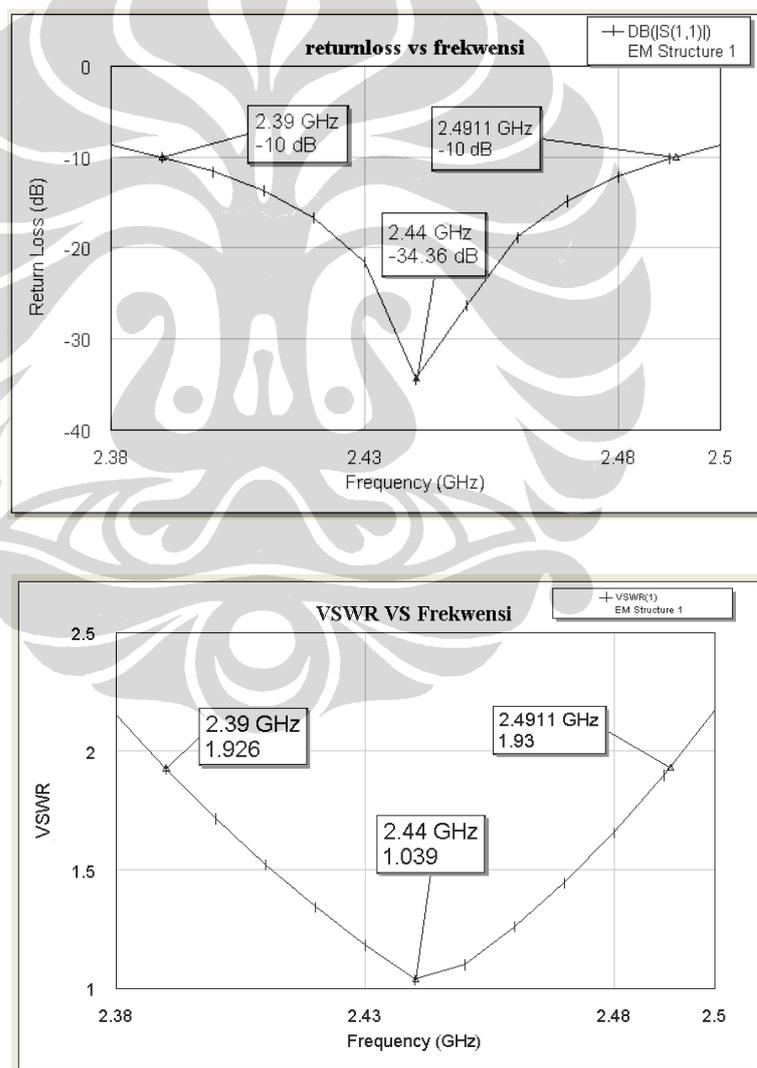


Gambar 3.8 Antena segitiga dari hasil simulasi menggunakan *Microwave Office 2004*

Tabel 3.2 Ukuran komponen dari hasil simulasi

Karakteristik impedansi	Lebar(W)	Panjang (l)
$Z_0=50 \text{ Ohm}$	6 mm (W)	21 mm (L)
$Z_{01}=\sqrt{2} Z_0 = 70.71$	3.7 mm (w)	10.1 mm (l)
$Z_{02}=\sqrt{2} Z_0 = 70.71$	3.7 mm (w)	10.1mm (l)
Ukuran subtrat	45mm	55mm

Dari hasil simulasi diatas didapat nilai return loss dan VSWR sebagai berikut :



Gambar 3.9 Grafik nilai *return loss* dan VSWR pada antenna mikrostrip segitiga hasil simulasi

Dari simulasi diatas didapat nilai return lossnya sekitar -34.36 dB untuk frekuensi 2.44 GHz dan nilai VSWR nya sekitar 1:1.93. Nilai-nilai ini sudah sesuai dengan spesifikasi antena WLAN, antena ini memiliki *bandwidth* sekitar 101.11MHz. Simulasi ini sudah memenuhi spesifikasi WLAN.

