BAB III

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP

3.1 Pendahuluan

Perancangan antena mikrostrip sangat bergantung pada spesifikasi antena yang di buat dan bahan atau substrat yang digunakan. Langkah awal dari perancangan antena adalah menentukan frekuensi kerja yang diinginkan dan bahan substrat yang digunakan. Kemudian, menentukan bentuk patch yang digunakan. Substrat yang digunakan adalah FR-4 dengan permitivitas relatif 4,4 dan tebal substrat dielektrik 1,6 mm.dan konduktor berupa tembaga dengan tebal 3,5 µm

3.2 Spesifikasi Antena

Antena yang didesain dalam tugas akhir ini adalah antena mikrostrip berbentuk persegi. Frekuensi yang digunakan dalam perancangan antena adalah 2,4 GHz.

Berikut ini adalah spesifikasi antena mikrostrip yang diinginkan :

1. Frekuensi kerja : 2,4 GHz

2. Polarisasi : lingkaran

3. Lingkaran : max. 2

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

3.3 Dimensi Antena

Penulis menggunakan bantuan program ansoft untuk mensimulasikan antena patch berpolarisasi lingkaran dengan pencatuan tunggal yang di peroleh dengan cara menambahkan slot 45^0 di tengah patch antena.

Untuk mendapatkan dimensi antena digunakan persamaan (2.13). Dengan persamaan ini kita bisa mendapatkan nilai optimum dari W.

$$W = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{(\varepsilon_0+1)\,0{,}5}}$$

λ_0 merupakan panjang gelombang di udara bebas. å*o* merupakan permitivitas dari bahan substrat. Pendekatan untuk menghitung panjang *patch* (L) antena adalah

$$L = 0.49\,\frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r}}$$

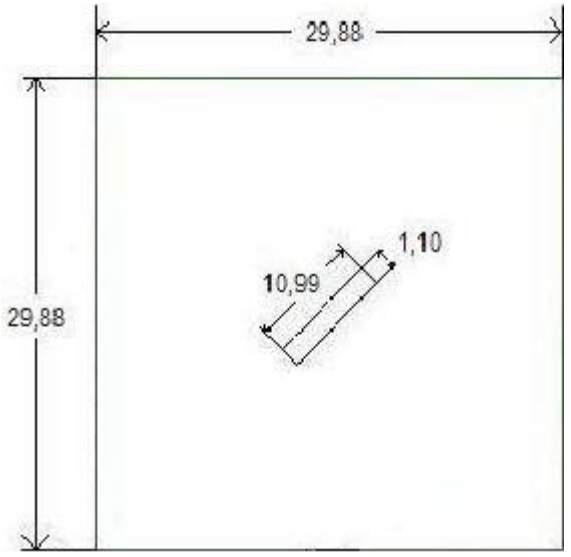
Dimensi slot ditentukan dengan pesamaan berikut:

$$p = \frac{L}{2,72}$$

$$l = \frac{p}{10}$$

Untuk memperoleh polarisasi lingkaran, penambahan slot 45^0 di tengah patch antena harus tepat. Program simulasi ansoft memiliki kemampuan untuk memperkirakan ukuran dari slot yang ditambah agar menghasilkan polarisasi lingkaran. Dengan memanfaatkan fitur tersebut, penulis memperoleh hasil bahwa ukuran *patch* adalah :

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



Gambar 3.1 Ukuran *patch* sebagai titik awal desain

Meskipun demikian ukuran tersebut bukanlah ukuran yang tepat. Ukuran tersebut hanya merupakan ukuran sebagai titik awal untuk melakukan desain. Dengan adanya ukuran perkiraan ini, usaha penulis dalam mendesain akan sedikit lebih mudah karena penulis tidak mencoba-coba dari awal. Dalam melakukan optimasi antena, penulis melakukan metode coba-coba karena program simulasi ansoft hanya mensimulasikan antena berdasarkan desain yang diberikan. Metode coba-coba ini tentunya tidak sembarangan tetapi dengan perkiraan yang masuk akal dengan bantuan dari fitur program simulasi ansoft yang memungkinkan untuk memperkirakan ukuran dimensi antena yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz.

Untuk meningkatkan bandwidth antena, penulis menggunakan penyesuaian impedansi λ/4. Penggunaan penyesuaian λ/4 ini dengan anggapan bahwa impedansi antena murni riil, tidak memiliki komponen imajiner. Meskipun demikian, dari hasil simulasi menunjukkan bahwa impedansi antena

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

tidak murni riil, tetapi mempunyai komponen imajiner juga meskipun nilainya cukup kecil. Jika impedansi antena memiliki komponen imajiner seharusnya penyesuai impedansinya menggunakan stub, namun untuk memudahkan perhitungan penulis hanya menggunakan penyesuai impedansi λ/4. Hal ini dapat dilakukan karena harga komponen imajiner dari impedansi antena cukup kecil. Pengaruh dari penggunaan penyesuai impedansi λ/4 adalah bandwidthnya akan lebih sempit daripada menggunakan penyesuai impedansi menggunakan stub, karena salah satu metode untuk meningkatkan bandwidth antenna adalah dengan membuat penyesuai impedansi antara antena dengan saluran pencatu.

3.4 Desain Antena

Antena yang penulis desain terdiri dari tiga bagian yaitu *patch* antena, penyesuai impedansi λ/4, dan saluran pencatu. Bagian yang berbentuk bujur sangkar dengan ditambah slot ditengah bagian antena disebut *patch* antena. Bagian inilah yang berfungsi sebagai antena mikrostrip. Bagian paling bawah adalah saluran pencatu yang akan di hubungkan dengan titik catu. Harga impedansi dari saluran pencatu ini adalah 50 ohm. Bagian yang berada diantara *patch* antena dan saluran pencatu disebut penyesuai impedansi λ/4. Fungsi dari penyesuai impedansi λ/4 adalah agar *patch* antena match dengan saluran pencatu. Harga impedansi dari penyesuai impedansi λ/4 adalah :

$$Z_{\lambda/4} = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L}$$

$Z_{\lambda/4}$: impedansi penyesuai impedansi λ/4

Z_0 : impedansi patch antena

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

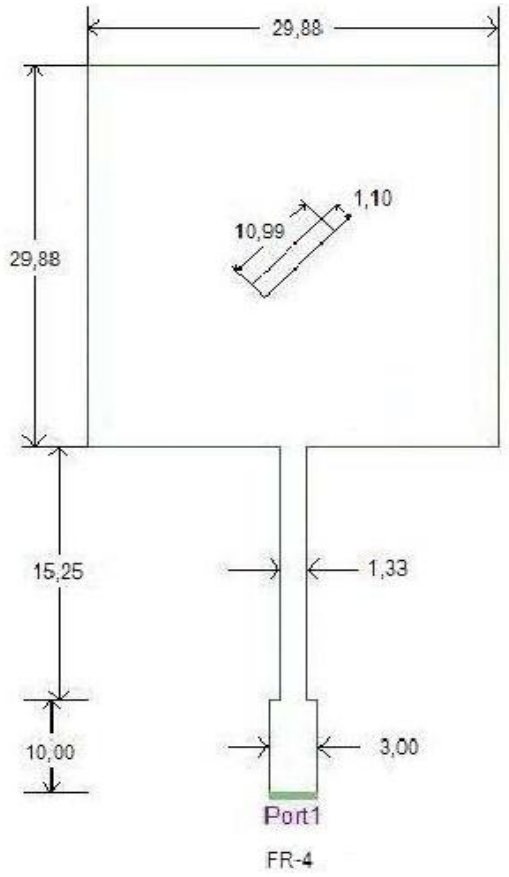
Z_L : impedansi saluran pencatu

Persamaan di atas hanya berlaku untuk nilai impedansi *patch* antena dan impedansi saluran pencatu riil. Jika impedansi patch antena mengandung bagian imajiner, maka persamaan tersebut tidak berlaku. Penyesuai impedansi harus menggunakan stub bukan menggunakan penyesuai impedansi λ/4 .

Tabel 3.1 Perbandingan teknik pencatuan

Karakteristik	Pencatuan saluran mikrostrip	Pencatuan koaksial	Pencatuan koplinng medan dekat	Pencatuan kopling aparture
Kehandalan	Lebih baik	Jelek	Baik	Baik
Fabrikasi	Mudah	Butuh pengeboran	Butuh penyesuaian	Butuh penyesuaian
Impedance matching	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah
Bandwidth (dicapai dengan impedance matching)	2-5%	2-5%	13%	2-5%

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



Gambar 3.2 Ukuran dimensi elemen antena

Untuk pencatuan antena, penulis menggunakan teknik pencatuan saluran mikrostrip. Teknik tersebut penulis gunakan karena pembuatannya mudah dan *impedance matching* juga mudah. Gambar 3.2 merupakan ukuran dimensi antena yang menurut penulis merupakan ukuran dimensi antena yang optimum untuk memenuhi kriteria di atas. Untuk memperoleh hasil tersebut. Simulasi dimulai dengan menggunakan ukuran perkiraan awal yang didapat dari fitur yang ada pada program simulasi ansoft. Ukuran awal yang penulis gunakan adalah panjang 29,88 mm dan panjang slot yang ditambah 10,99 mm dan lebar slot yang ditambah 1.10 mm. Dengan mengubah ukuran *patch* antena yaitu pada tengah *patch* yang ditambah slot 45^0 , menyebabkan impedansi antena juga berubah,

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

karena harga impedansinya bergantung pada impedansi *patch* antena dan impedansi saluran pencatu. Oleh karena impedansi saluran pencatu tetap yaitu 50 ohm, maka harga impedansi penyesuai λ/4 praktis hanya ditentukan oleh impedansi *patch* antena.

Setelah melakukan beberapa kali simulasi , sehingga dapat diperoleh desain antena yang menggunakan substrat FR-4.dan desain tersebut memberikan hasil yang optimal.

Desain tersebut dijadikan sebagai titik awal simulasi. Hasil simulasi desain awal tersebut, menunjukkan bahwa desain tersebut masih kurang tepat dan memerlukan optimasi lebih lanjut. Dalam melakukan optimasi, penulis menggunakan metode *trial and error* dengan bantuan simulator hingga diperoleh desain yang paling optimal. Walaupun menggunakan metode *trial and error*, bukan berarti penulis asal memperkirakan dimensi antena. Perkiraan dimensi antena penulis tentukan berdasarkan teori-teori yang ada.

3.5 Perhitungan pada matlab untuk optimasi algoritma genetika

Mengasumsikan dengan Algoritma Genetika melalui program matlab dimana ε_r sebagai variabel x, dalam hal ini akan mempertimbangkan masalah optimasi untuk memaksimalkan fungsi f(x) = $0.49\frac{\lambda_0}{\sqrt{x}}$ dengan variabel x bervariasi antara 0 sampai 9. Angka-angka antara 0 dan 9 dengan resolusi 0,001 diasumsikan sebagai kromosom yang digunakan dalam algoritma genetika. Dalam perhitungan ini, penduduk berukuran 10 kromosom yang bertahan dalam setiap generasi. Aritmatika Silang digunakan sebagai operator genetik. Operasi

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

mutasi dalam perhitungan ini tidak digunakan sedangkan Roullette Wheel adalah dilakukan disetiap generasi. Aliran algoritma akan berhenti setelah mencapai batas jumlah yang maksimum. Angka dalam perhitungan ini yang digunakan adalah 100.

Program matlab untuk mendapatkan solusi yang terbaik untuk memaksimalkan fungsi f (x) = $0.49\ \frac{\lambda_0}{\sqrt{x}}$ dengan menggunakan algoritma genetika. Dimana nilai lambda telah diketahui terlebih dahulu yaitu 0.125 mm.

function [res]=fcn(x)

res=0.49(0.125/sqrt('x'));*

Hasil dari matlab adalah :

ans =

0.0056

Nilai tersebut adalah hasil secara pindah silang dengan menggunakan perhitungan algoritma genetika pada posisi function aktif yang memanggil pada file program dalam matlab adalah geneticgv.m.

Angka tersebut bisa disebut adalah L panjang pacth dari antena mikrostrip yang bernilai 0.0056 sama dengan 5.6 mm.

Sebagai perbandingan untuk memastikan nilai tersebut didapat secara acak mari kita masukkan nilai dari permittivity dari bahan FR-4 yaitu 4.4.

function [res]=fcn(x)

res=0.49(0.125/sqrt(4.4));*

Hasil dengan memasukkan nilai x dengan angka 4.4 adalah :

ans =

0.0292

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Maka hasil yang di dapat adalah 0.0292 sama dengan 29.20 mm. Angka ini merupakan ukuran patch dari antena mikrostrip pada bahan substrat FR-4 .

Dikarenakan ukuran hasil dari perhitungan secara acak sangat kecil yaitu 5.6 mm maka apabila di rancang antena mikrostrip dengan ukuran patch tersebut memerlukan bahan yang menunjang dengan kualitas yang sangat bagus untuk frekuensi tinggi.

Tabel 3.2 Parameter perancangan antena mikrostrip

Desain Parameter Patch Optimum Antena mikrostrip
Lambda=0,125 mm X=4.4 L=29.20 mm P=10.73 mm I=1.073 mm

Tabel 3.3 Perhitungan parameter antena menggunakan rumus dasar teori antena mikrostrip

Parameter	Material	
	FR-4	Duroid -5880
Dielektric Permitivity ε_r	4.4	2.2
Panjang Pacth(L)=W	$L = 0.49 \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r}}$ $\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$ $\lambda_0 = \frac{3x10^8}{2.4x10^9}$ $\lambda_0 = 0.125\ mm$ $\varepsilon_r = 4.4$ $L = 29.20\ mm$	$L = 0.49 \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r}}$ $\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$ $\lambda_0 = \frac{3x10^8}{2.4x10^9}$ $\lambda_0 = 0.125\ mm$ $\varepsilon_r = 2.2$ $L = 41.29\ mm$

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

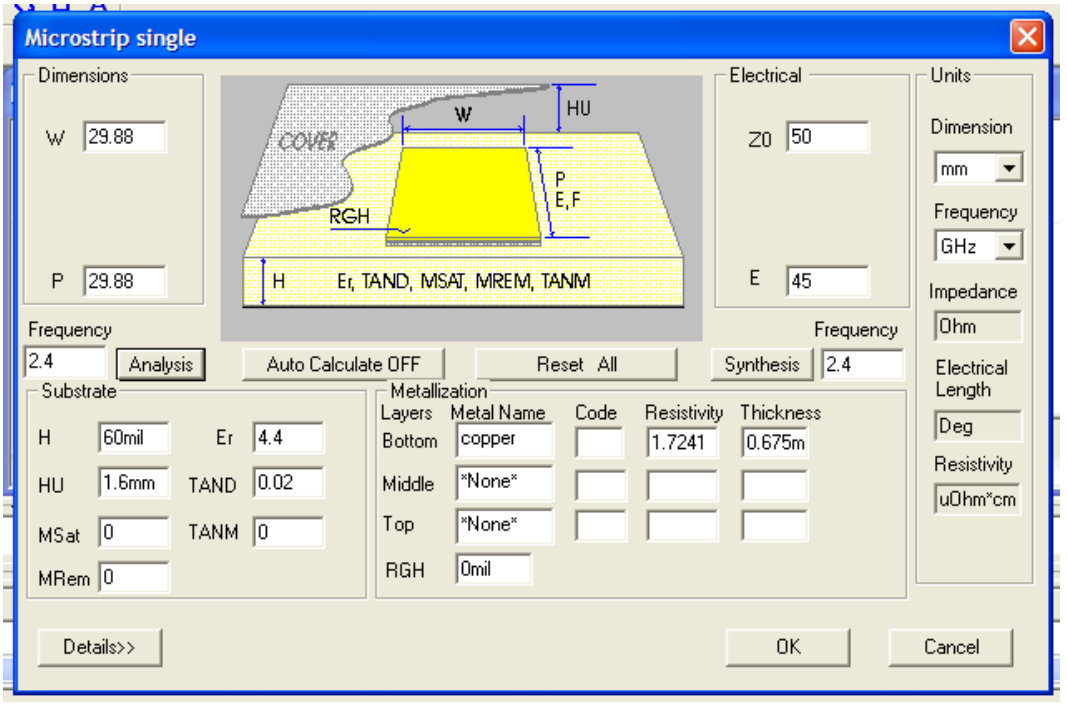
Dimensi Slot (P)	$p = \frac{L}{2.72}$ $L = 29.20\ mm$ $p = 10.73\ mm$	$p = \frac{L}{2.72}$ $L = 41.29\ mm$ $p = 15.18\ mm$
Dimensi Slot (l)	$l = \frac{p}{10}$ $p = 10.73\ mm$ $l = 1.073\ mm$	$l = \frac{p}{10}$ $p = 15.18\ mm$ $l = 1.518\ mm$
Dimensi Saluran Pencatu pertama (a)	$a < \frac{L}{2}$ $a < \frac{29.20\ mm}{2}$ $a < 14{,}6\ mm$ $a = 15\ mm$	$a < \frac{L}{2}$ $a < \frac{41.29\ mm}{2}$ $a < 20{,}645\ mm$ $a = 21\ mm$
Dimensi Saluran Pencatu kedua (b)	$b < \frac{L}{3}$ $b < \frac{29.20\ mm}{3}$ $b < 9{,}73\ mm$ $b = 10\ mm$	$b < \frac{L}{3}$ $b < \frac{41.29\ mm}{3}$ $b < 13.76\ mm$ $b = 14\ mm$
Dimensi lebar pencatu pertama (w_a)	$w_a = \frac{w_b}{2}$ $w_a = \frac{3\ mm}{2}$ $w_a = 1{,}5\ mm$	$w_a = \frac{w_b}{2}$ $w_a = \frac{4{,}2\ mm}{2}$ $w_a = 2{,}1\ mm$
Dimensi lebar pencatu kedua (w_b)	$w_b = 0.3\ x\ b$ $w_b = 0.3\ x\ 10\ mm$ $w_b = 3\ mm$	$w_b = 0.3\ x\ b$ $w_b = 0.3\ x\ 14\ mm$ $w_b = 4{,}2\ mm$
Slot patch ditengah	45^0	45^0

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

3.6 Simulasi Menggunakan Program Ansoft

Setelah tahap perancangan selesai, langkah selanjutnya adalah mensimulasikan hasil rancangan sebelum diimplementasikan dalam bentuk sebenarnya. Simulasi digunakan sebagai pendekatan antara perancangan dengan keadaan sebenarnya. Dalam simulasi, akan diketahui apakah hasil rancangan sudah sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau belum.

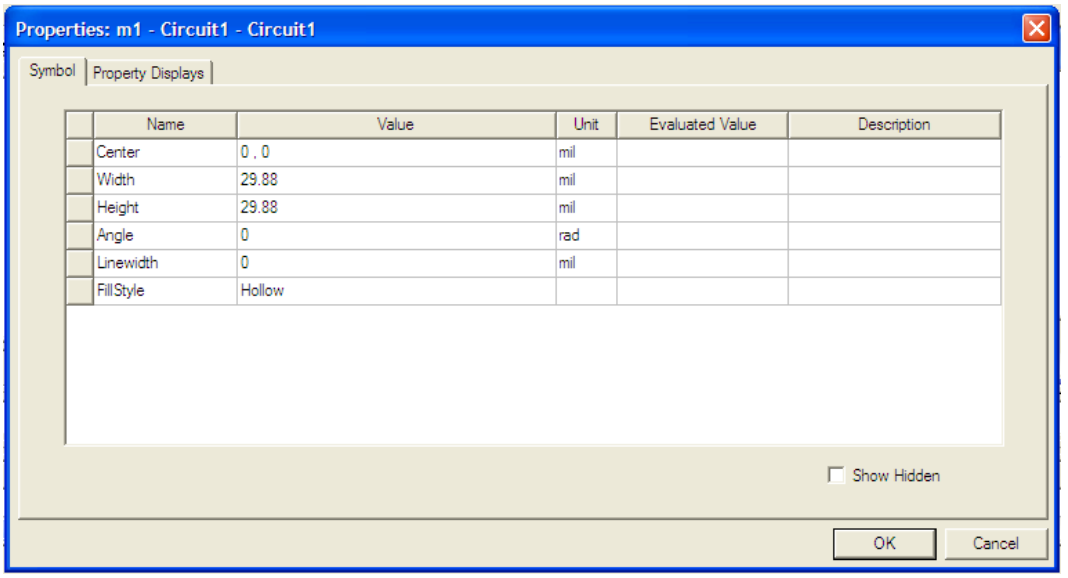
Parameter-parameter pada tabel 3.3 selanjutnya digunakan sebagai input bagi software untuk membuat model dari antena mikrostrip yang dirancang. Proses memasukan parameter-parameter input pada antena mikrostrip mengalami pergeseran dimensi, hal ini dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang optimal dan dapat dilihat pada gambar berikut.



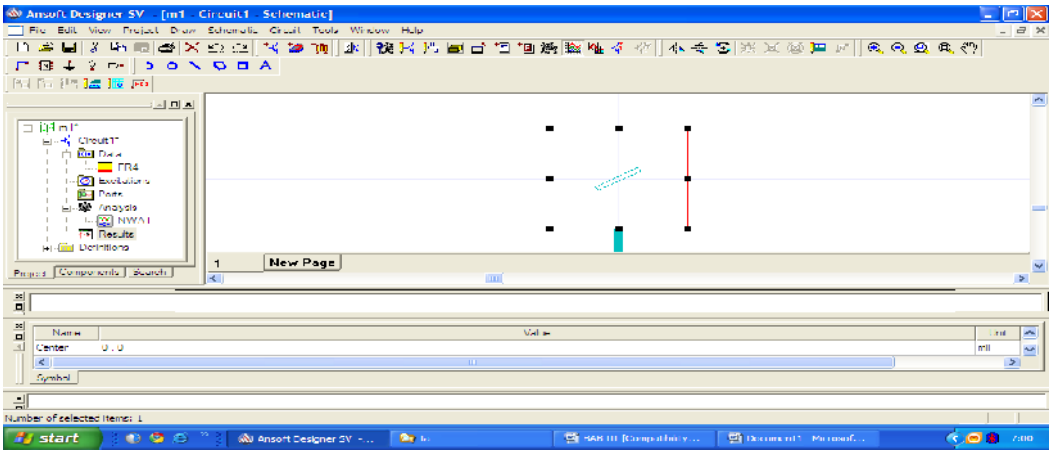
Gambar 3.3 Memasukan Parameter Rancangan pada Software Ansoft

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Merancang ukuran pacth dengan memasukkan parameter yang telah di cari ke dalam program simulasi ansoft.



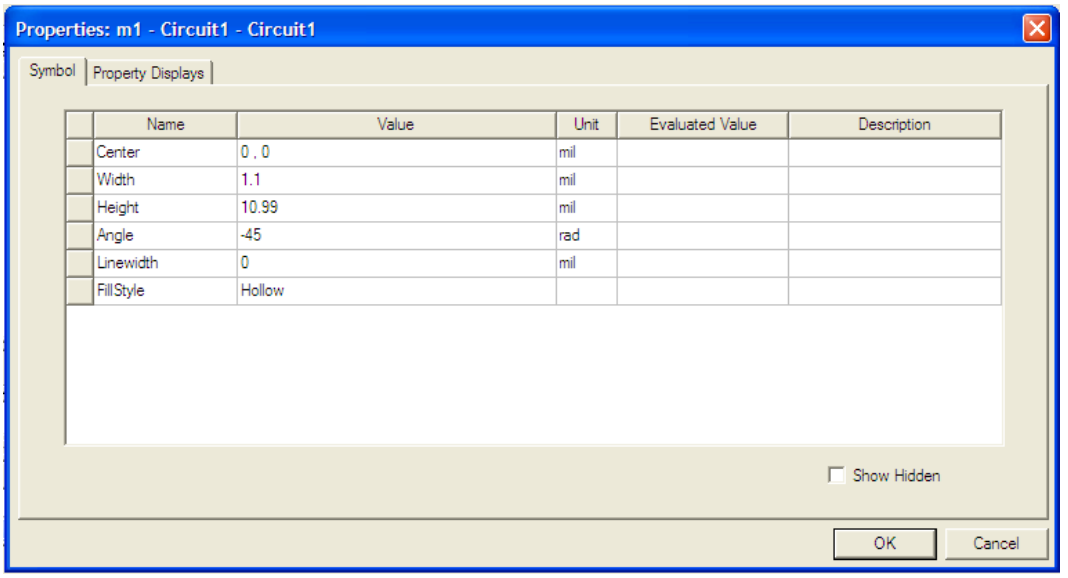
Gambar 3.4 Memasukkan parameter ukuran pacth



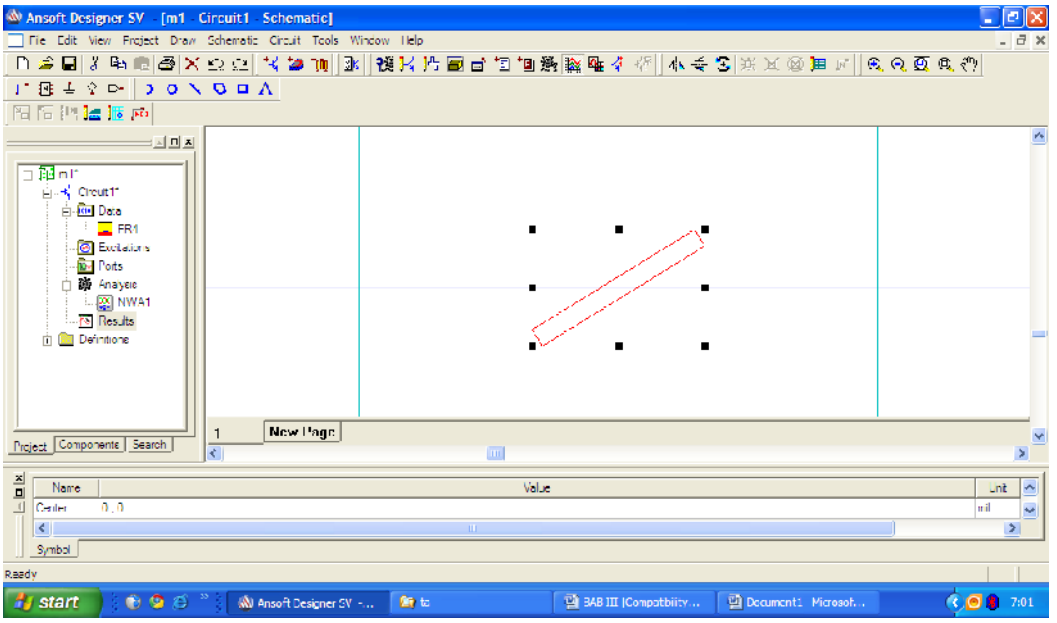
Gambar 3.5 Tampilan ukuran pacth yang di rancang

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Merancang ukuran slot di tengah pacth dengan memasukkan parameter yang telah di cari ke dalam program simulasi ansoft.



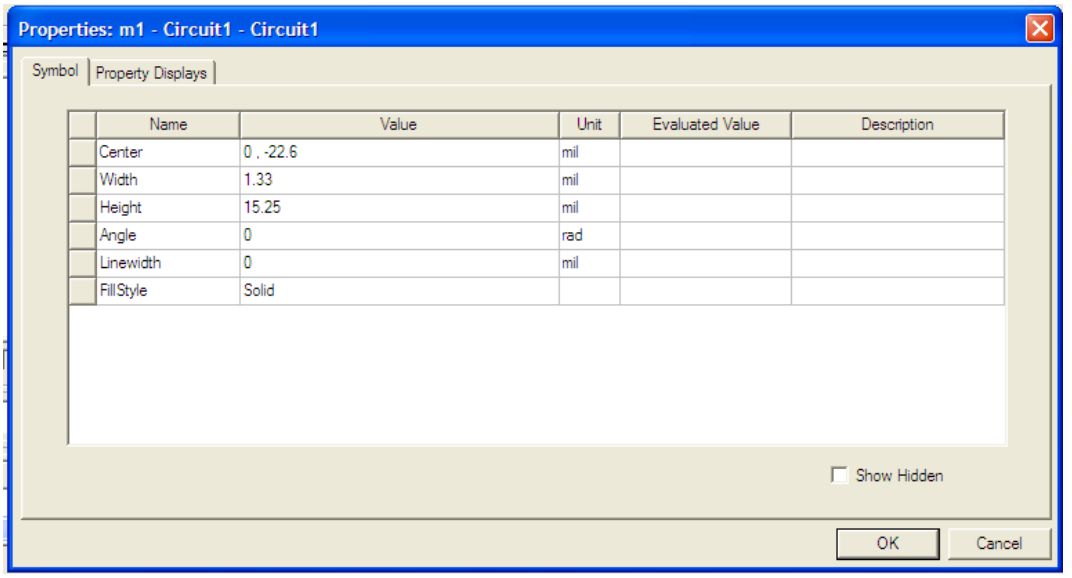
Gambar 3.6 Memasukan parameter ukuran slot ditengah pacth



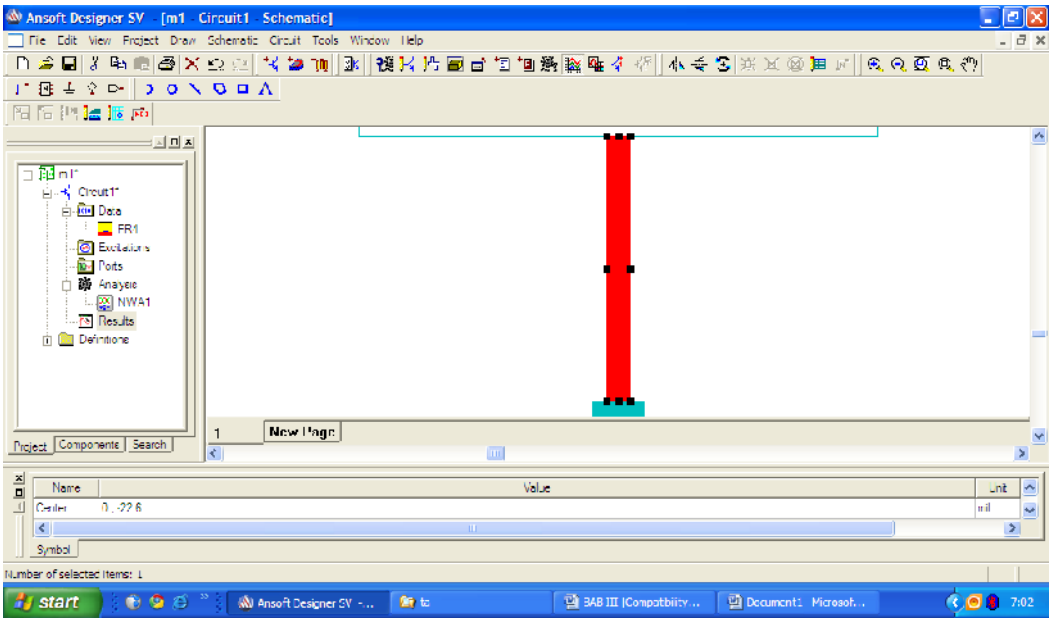
Gambar 3.7 Tampilan ukuran slot ditengah pacth yang dirancang

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Merancang ukuran saluran mikrostrip pertama dengan penyesuaian impedansi yang dilakukan melalui teknik pencatuan.



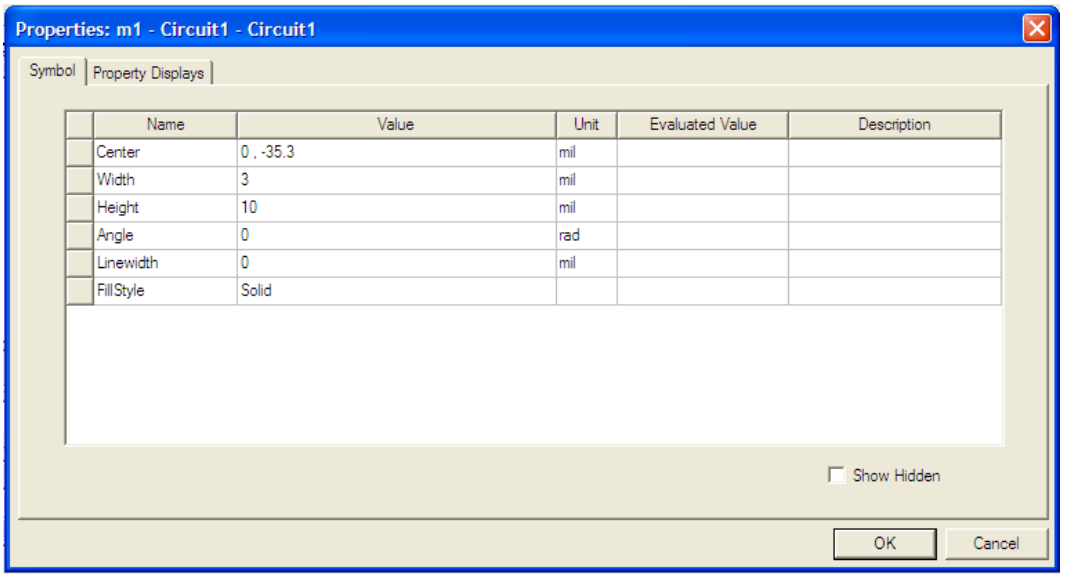
Gambar 3.8 Memasukkan parameter ukuran saluran mikrostrip pertama



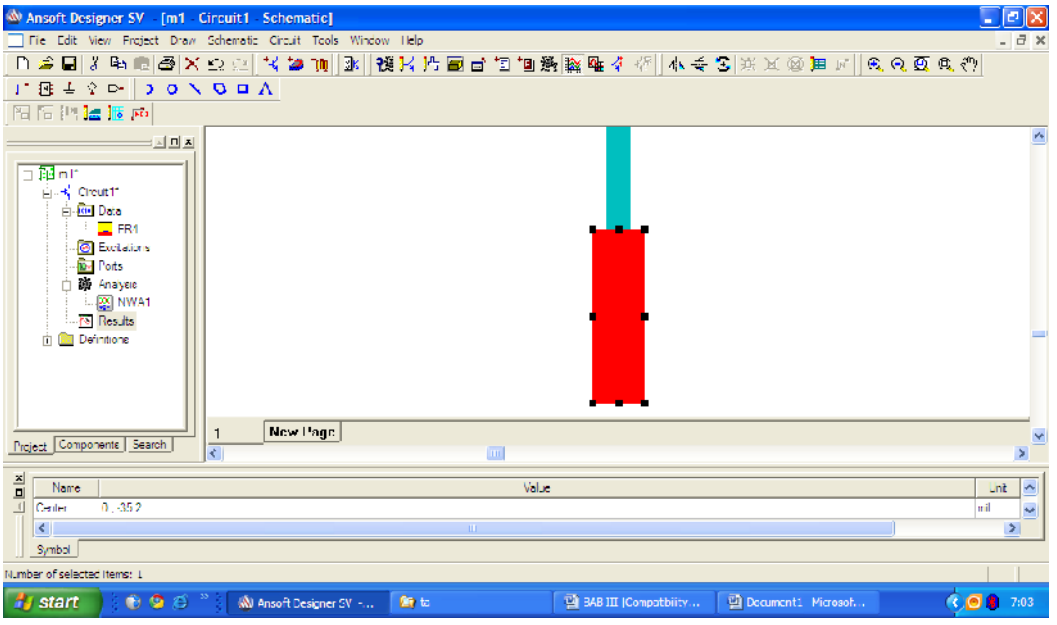
Gambar 3.9 Tampilan ukuran saluran mikrostrip pertama yang dirancang

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Merancang ukuran saluran mikrostrip kedua dengan penyesuaian impedansi yang dilakukan melalui teknik pencatuan.

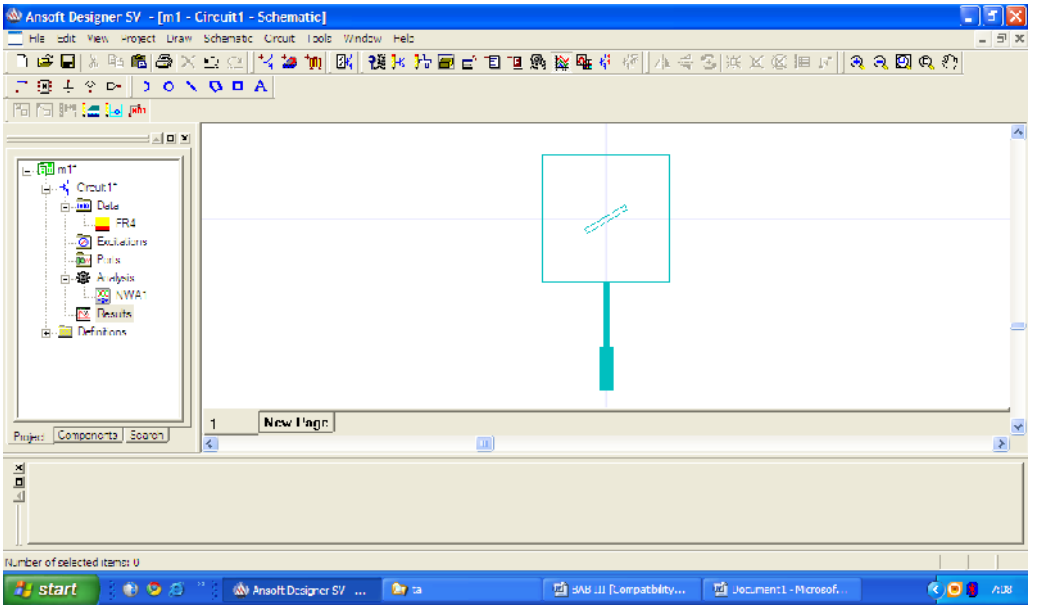


Gambar 3.10 Memasukkan parameter ukuran mikrostrip kedua



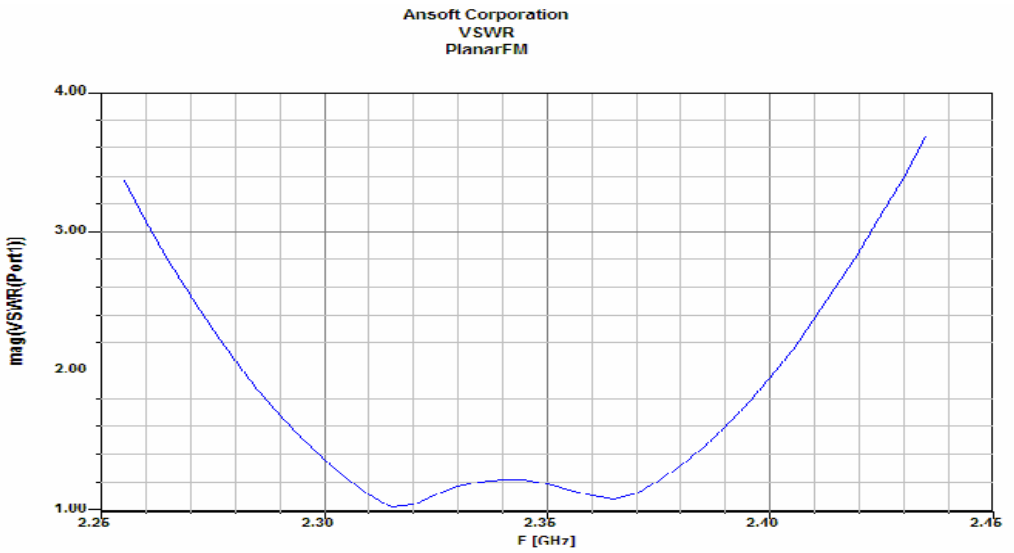
Gambar 3.11 Tampilan ukuran saluran mikrostrip kedua yang dirancang

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



Gambar 3.12 Tampilan secara keseluruhan antena mikrostrip

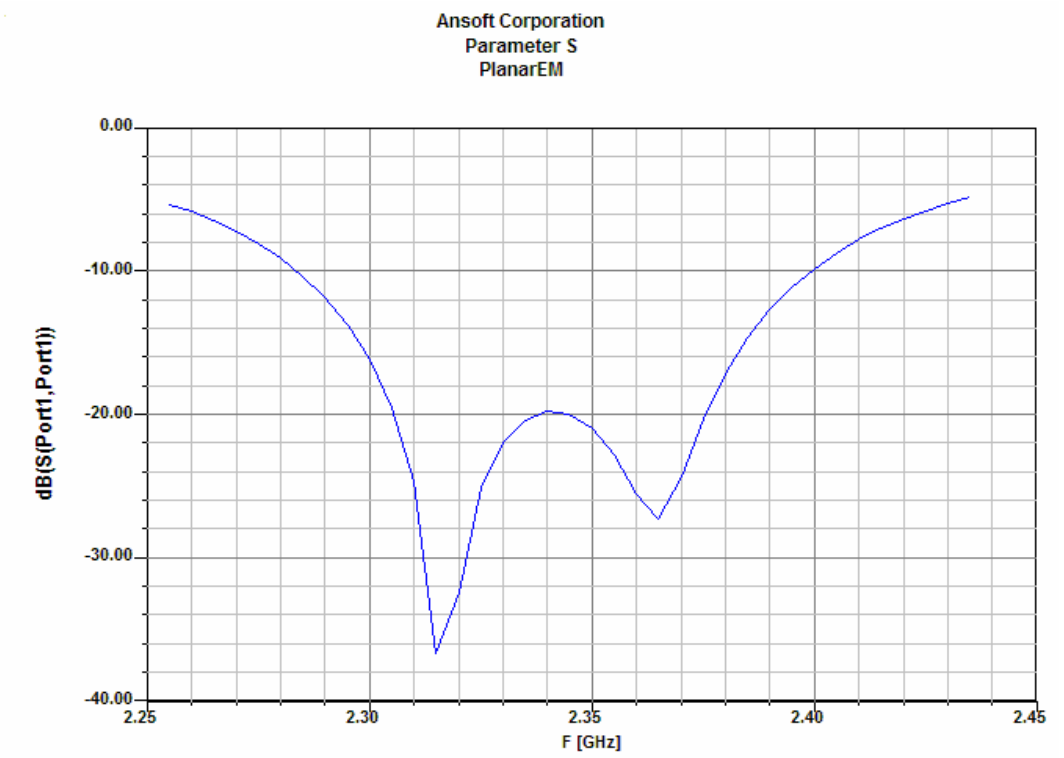
Sampai disini model antena mikrostrip telah siap disimulasikan. Software Ansoft secara otomatis melakukan perhitungan-perhitungan berdasarkan pada parameter simulasi yang telah diatur tadi. Berikut ini adalah hasil simulasi dari desain antena tersebut.



Gambar 3.13 Kurva VSWR antena

This document was created using SOLID CONVERTER PDF
To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

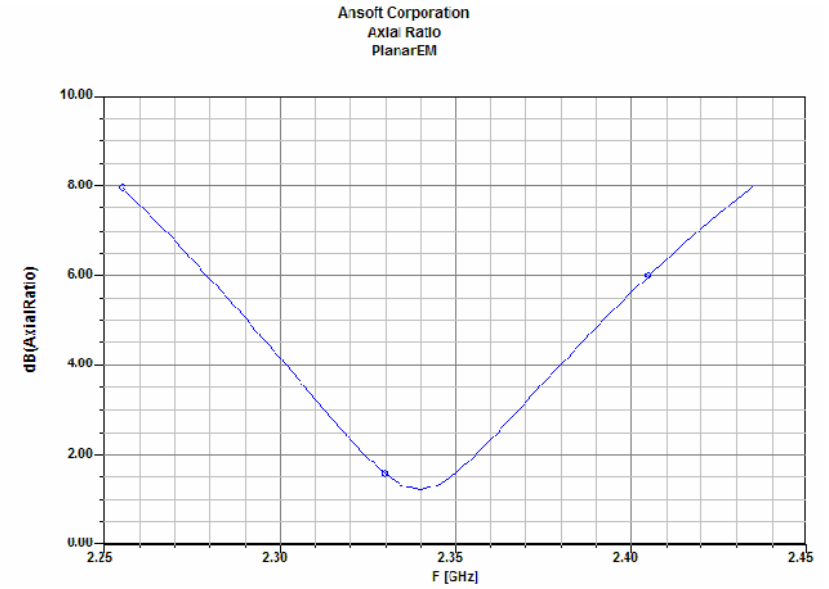
Jika bandwidth antena didefinisikan sebagai daerah frekuensi dengan VSWR maksimal pada nilai tertentu 2, dalam hal ini penulis menggunakan VSWR<2, dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa bandwith antena telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. memiliki bandwidth sekitar 120 MHz,yaitu dari 2,28 - 2,4 GHz.



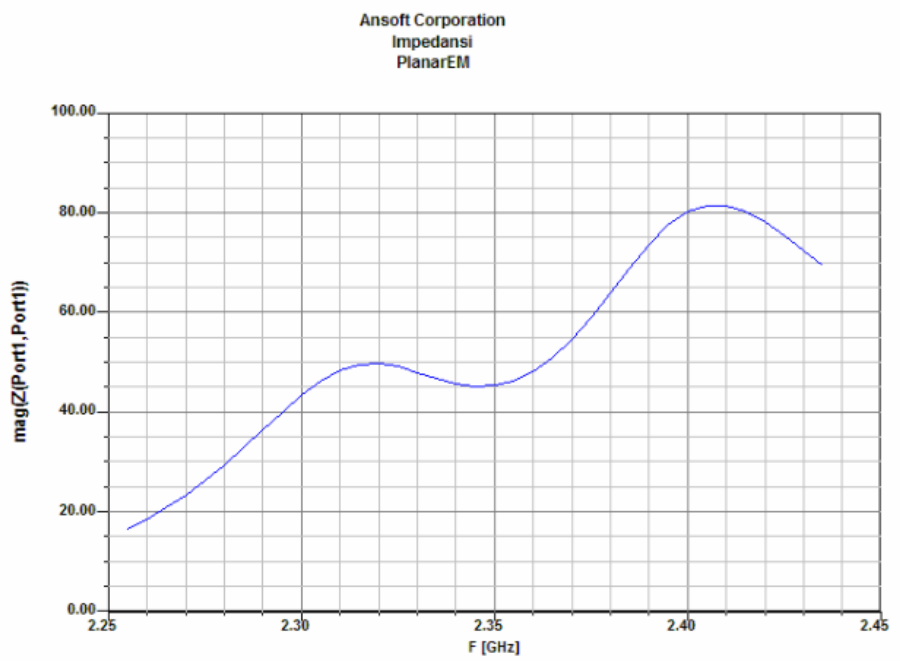
Gambar 3. 14 Kurva parameter S antena

Gambar 3.15 menunjukkan nilai parameter S dari antena yang penulis desain pada interval frekuensi 2,3 – 2,39 GHz maksimum bernilai -20 dB.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com



Gambar 3. 15 Kurva *axial ratio* antena

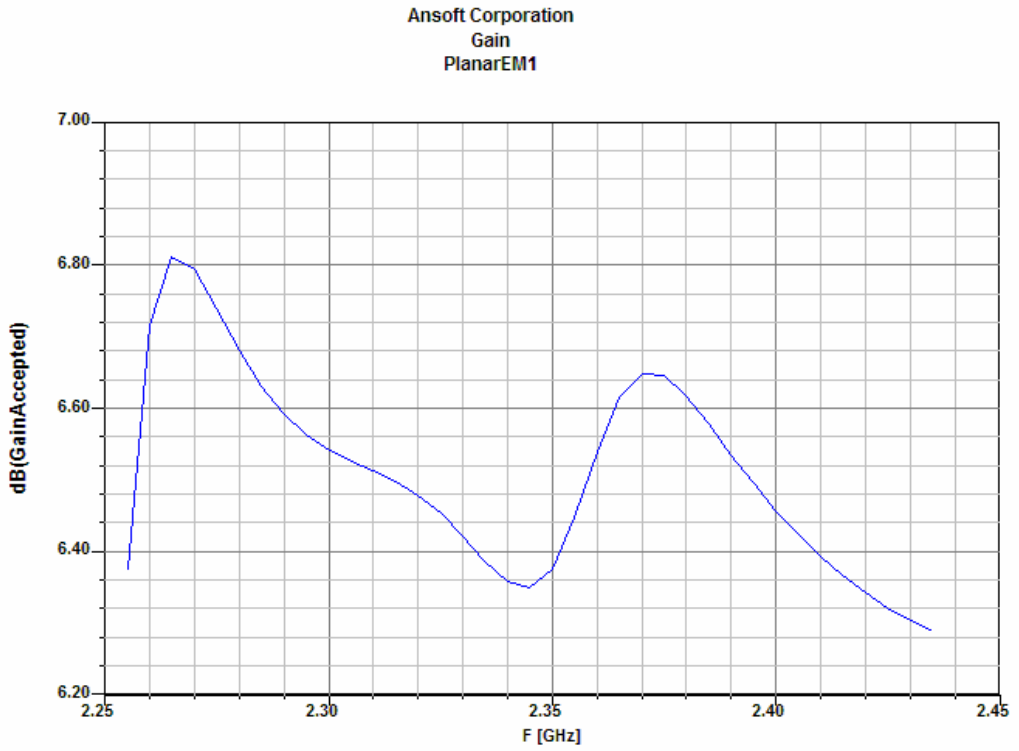


Gambar 3.16 Kurva Impedansi Antena

Axial ratio (AR) merupakan perbandingan antara sumbu mayor dan sumbu minor. Antena yang penulis desain memiliki polarisasi lingkaran, sehingga secara teoritis nilai AR harus bernilai 1 atau 0 dB. Pada kenyataannya, sangat sulit untuk

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

mendapatkan desain antena dengan AR tepat bernilai 0 dB. Berdasarkan simulasi yang penulis lakukan, kesulitan ini dikarenakan keterkaitan antara AR dengan *bandwidth* antena. Seperti telah dibahas sebelumnya, polarisasi lingkaran dari antena diperoleh dengan menambahkan *slot* pada *patch* antena. Penambahan *slot* ini menimbulkan komponen reaktif pada impedansi antena, yang berakibat antena sulit untuk *matched* dengan saluran pencatunya. Ketidak-*matched*-an ini dapat mengakibatkan penurunan *bandwidth*. Dengan mengubah-ubah ukuran *slot*, penulis akhirnya mendapatkan *bandwidth* antena yang sesuai dengan nilai AR sekecil mungkin. Gambar 3.15 nilai AR antena bernilai minimum sekitar 1,2 dB.

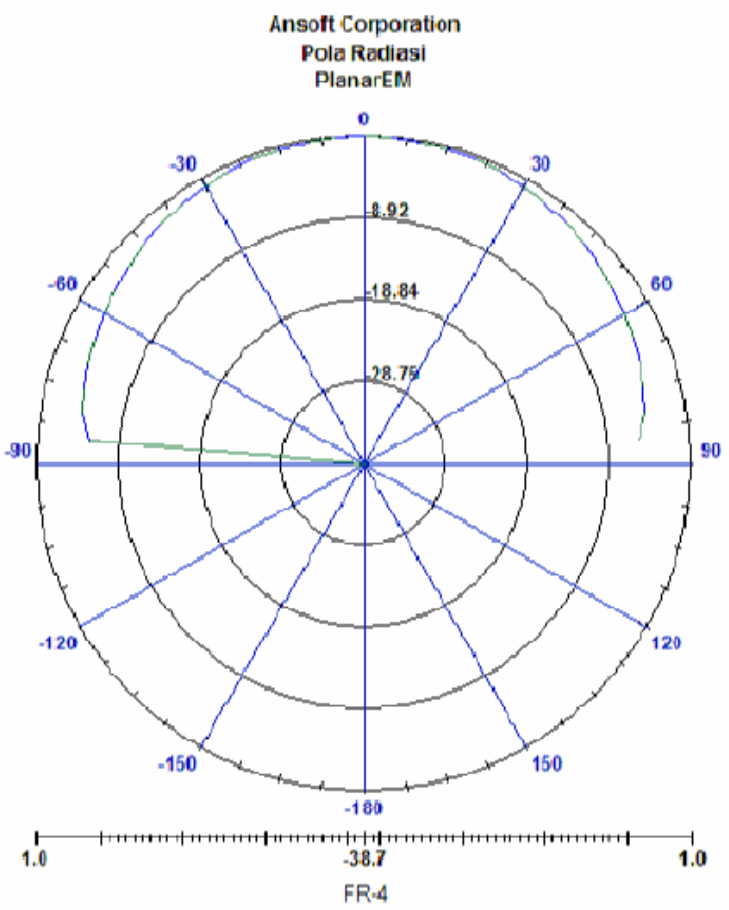


Gambar 3.17 Kurva *gain* antena

Antena mikrostrip termasuk antena yang memiliki *gain* kecil. Secara teoritis, direktivitas antena mikrostrip bernilai sekitar 6 dBi

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com

Sementara antena yang penulis desain memiliki *gain* 6,36 – 6,64 dBi pada frekuensi kerjanya.



Gambar 3.18 Pola Radiasi Antena

Pada gambar 3.18 menunjukkan pola radiasi antena mikrostrip memiliki beamwidth yang lebar, akan tetapi memiliki gain yang kecil.

This document was created using SOLID CONVERTER PDF To remove this message, purchase the product at www.SolidDocuments.com