

BAB III

METODE DAN PROSES PENYELESAIAN

III.2 Simulasi

III.2.1 Karakteristik Bahan

Bahan yang digunakan dalam proyek ini merupakan PCB dengan jenis substrat FR-4 *epoxy* sedangkan pada bagian *patch* dan *groundplane* menggunakan bahan *copper*. Berikut adalah karakteristik dari kedua bahan yang digunakan dalam pembuatan antenna ini :

1. FR-4 *epoxy*

Permitivitas relatif (ϵ_r)	:4.4
Permeabilitas relatif (μ_r)	:1
Ketebalan	:1.6 mm

2. Tembaga

Permitivitas relatif (ϵ_r)	:1
Permeabilitas relatif (μ_r)	:0.99991
Ketebalan	:0.035 mm

III.2.2 Perhitungan Dimensi Antena

Dalam pembuatan antenna mikrostrip, dimensi antenna merupakan aspek pertama yang harus diperhatikan, berikut perhitungan dari antenna yang dibuat:

1. Lebar *patch*

$$W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 924 \times 10^6} \sqrt{\frac{2}{4.4 + 1}}$$

$$W = 98,8 \text{ mm}$$

2. Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff})

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\left| 1 + \frac{12h}{W} \right|^{-\frac{1}{2}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{4.4 + 1}{2} + \frac{4.4 - 1}{2} \left(\left| 1 + \frac{12 \times 1.6}{W} \right|^{-\frac{1}{2}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = 4,189$$

3. Panjang efektif *patch*

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.624 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(4,189 + 0.3) \left(\frac{98,8}{2,5} + 0.624 \right)}{(4,189 - 0.258) \left(\frac{98,8}{2,5} + 0.8 \right)}$$

$$\Delta L = 1,171 \text{ mm}$$

Setelah mendapat nilai dari ΔL , maka panjang patch antenanya dapat dihitung dengan,

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L$$

$$L = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 924 \times 10^6 \sqrt{4,189}} - 2 \times 1,171$$

$$L = 76,974 \text{ mm}$$

III.2.3 Penentuan Titik Catu

Pada antenna yang dirancang masing-masing elemen antenna terhubung dengan sebuah power divider yang memiliki output 50 Ω sehingga pada antenna yang dirancang ini harus memiliki input pada 50 Ω juga, agar pencatu dan antenna menjadi *match*.

Berikut untuk menentukan lokasi titik impedansi 50 Ω

1. Menentukan G_1

$$G_1 = \frac{1}{120} \left(\frac{w}{\lambda_0} \right)$$

Dimana λ_0 didapatkan dari persamaan

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{924 \times 10^6}$$

$$\lambda_0 = 324,675 \text{ mm}$$

Sehingga kita dapat menghitung G_1 sebagai berikut

$$G_1 = \frac{1}{90} \left(\frac{w}{\lambda_0} \right)^2$$

$$G_1 = \frac{1}{90} \left(\frac{98,8}{324,675} \right)^2$$

$$G_1 = 1,029 \times 10^{-3}$$

2. Menentukan R_{in} untuk titik $Y_0 = 0$

$$R_{in} = \frac{1}{2G_1}$$

$$R_{in} = \frac{1}{2 \times 1,029 \times 10^{-3}}$$

$$R_{in} = 485,9$$

3. Menentukan Y_0 untuk $R_{in} = 100 \, \Omega$

$$R_{in}(y = Y_0) = R_{in}(y = 0) \cos^2 \left(\frac{\pi}{L} y_0 \right)$$

$$50 = 485,9 \cos^2 \left(\frac{\pi}{L} y_0 \right)$$

$$0,103 = \cos^2 \left(\frac{\pi}{L} y_0 \right)$$

$$0,321 = \cos \left(\frac{\pi}{L} y_0 \right)$$

$$0,321 = \cos \left(\frac{\pi}{L} y_0 \right)$$

$$\cos^{-1}(0,321) = \left(\frac{\pi}{L} y_0 \right)$$

$$\cos^{-1}(0,321) = \left(\frac{3,14}{76,974} y_0 \right)$$

$$1,244 = \left(\frac{3,14}{76,974} y_0 \right)$$

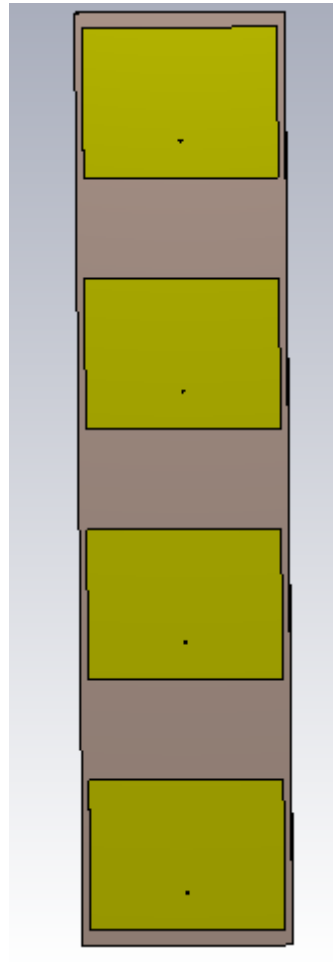
$$y_0 = 30 \text{ mm}$$

III.2.4 Jarak Antar Elemen

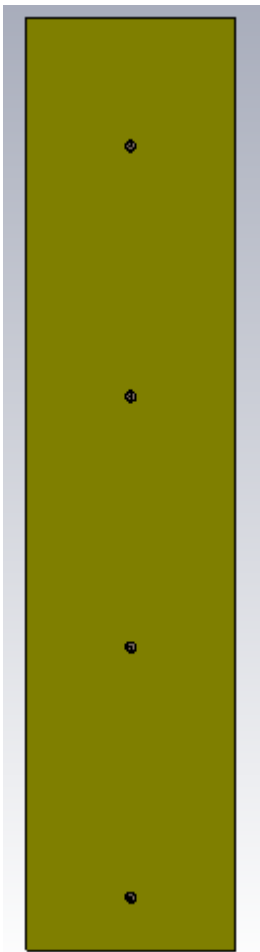
Dari referensi yang didapatkan bahwa jarak antar elemen harus lebih besar dari setengah panjang gelombang ($\lambda/2$). Akan tetapi setelah dilakukan optimasi beberapa kali jarak antar elemen tidak harus bernilai $\geq \lambda/2$. Nilai dari $\lambda/2$ ini kita jadikan sebagai acuan apakah nilainya diperbesar atau diperkecil dari nilai tersebut. Besarnya jarak antar elemen ini akan berpengaruh terhadap parameter dari antenna yang akan dibuat.

III.2.5 Desain Antena

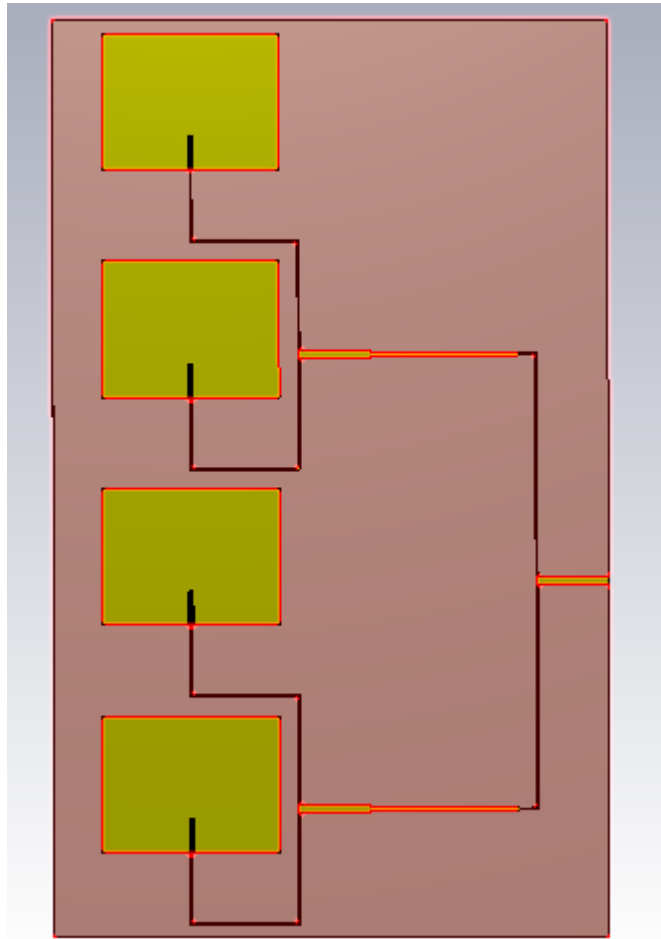
Setelah mendapat nilai dari dimensi antenna yang akan dirancang selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan software CST Studio Suite. Pada realisasinya antenna yang digunakan menggunakan pencatutan *coaxial probe* sedangkan untuk simulasi ini menggunakan teknik mikrostrip line hal ini tidak akan berpengaruh banyak ketika direalisasikan asalkan impedansi inputnya tetap sama 50Ω .



Gambar 3.1 tampak depan antena dengan *coaxial probe*

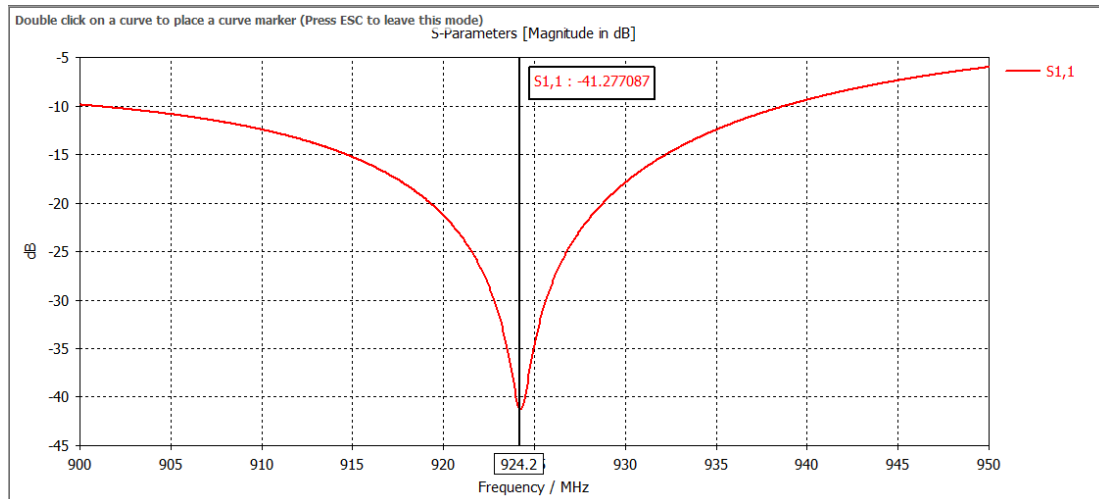


Gambar 3.2 tampak belakang antena dengan *coaxial probe*



Gambar 3.3 tampak depan antenna 4 elemen dengan mikrostrip line

III.2.6 Hasil Simulasi



Gambar 3.4 Hasil simulasi dengan CST Studio Suite

No	Dimensi	Perhitungan (mm)	Hasil Optimasi(mm)
1	Lebar patch	98.8	97.43
2	Panjang patch	76.974	75.21
3	Titik catu	30	18.75
4	Jarak antar elemen	162,3375	50

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa frekuensi kerja dari antenna yang didesain telah sesuai dengan frekuensi kerja yang diinginkan yaitu 924 MHz. Hasil ini didapatkan dengan melakukan optimasi terhadap dimensi antenna yang telah dirancang sebelumnya. Untuk menggeser nilai frekuensi kerjanya dilakukan optimasi terhadap lebar patch (W) dan panjang patch (L) sehingga didapatkan nilai frekuensi yang diinginkan. Sedangkan untuk nilai return lossnya didapatkan dari melakukan perubahan terhadap nilai titik catu antenna yang dirancang sebelumnya, optimasi ini dilakukan dengan menggunakan fitur parameter sweep yang disediakan oleh CST Studio Suite.

A. Return Loss

Seperti terlihat pada gambar 3.4 sebelumnya nilai return loss yang didapatkan dari simulasi cukup baik , yaitu 41,27 dB. Hal ini menandakan bahwa spesifikasi antena tersebut telah memenuhi harapan dari parameter return loss, yaitu >10 dB

B. VSWR

Dari hasil return loss yang didapatkan sebelumnya, besar koefisien pantulnya dapat dicari menggunakan persamaan berikut

$$RL = -20 \log|\tau|$$

$$41,27 = -20 \log|\tau|$$

$$\tau = 10^{\frac{41,27}{-20}}$$

$$\tau = 0,00864$$

Maka dari nilai koefisien pantulnya nilai VSWR nya dapat dicari dengan menggunakan

$$VSWR = \frac{1 + \tau}{1 - \tau}$$

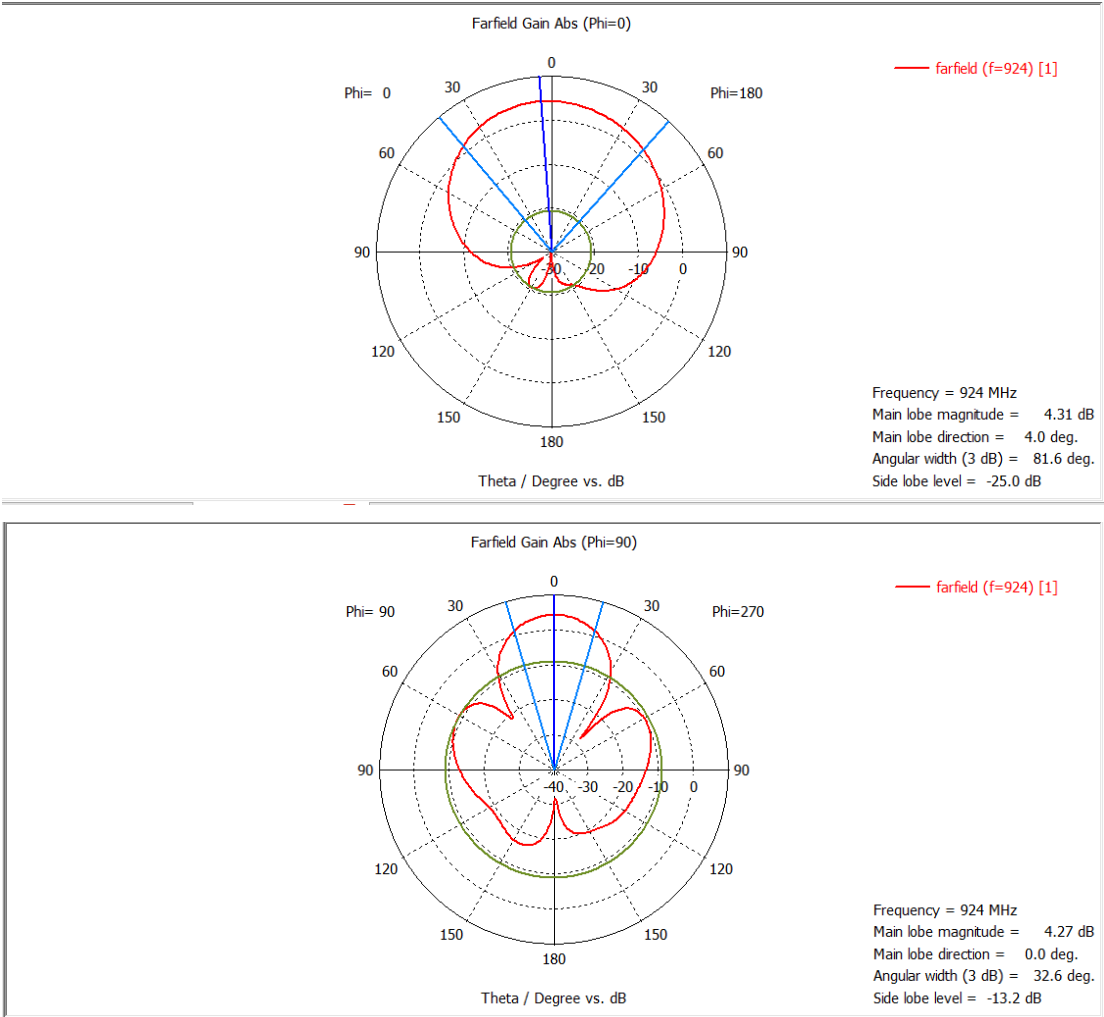
$$VSWR = \frac{1 + 0,00864}{1 - 0,00864}$$

$$VSWR = 1,0174$$

VSWR yang didapatkan pada hasil simulasi sangat baik karena nilainya mendekati 1 hal ini disebabkan karena nilai dari koefisien pantulnya yang sangat kecil bahkan mendekati nilai nol, hal ini berarti daya pancar ditransmisikan dan diterima hampir mendekati sempurna dikarenakan nilai dari impedansi inputnya yang mendekati *match*. Dengan nilai dari VSWR 1,0174 hal ini menandakan antena yang didesain sangat baik dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan dikarenakan $1 \leq VSWR \leq 2$. Nilai ini kemungkinan akan berubah ketika antena difabrikasi karena letak pencatuan yang kemungkinan bergeser sehingga nilai return loss nya tidak sebaik ketika di simulasikan, oleh

karena itu ketika pemasangan *coaxial probe* diusahakan agar titik pencatunya tidak bergeser dari tempat yang telah disimulasikan sebelumnya.

C. Gain



Gambar 3.5 Pola radiasi antenna

Untuk mendapatkan nilai dari gain antenna yang dirancang dapat menggunakan cara pendekatan dengan melihat bentuk pola radisinya..Dengan mencari nilai Directivitynya.Nilai directivity ini dapat dicari dengan melihat HPBW(*Half Power Bimwidth*) antenanya

Dengan menggunakan persamaan

$$G = e \times D$$

Dimana D dapat dicari dengan

$$D = \frac{41253}{(HP - 1)(HP - 2)}$$

Dimana HP-1 ini merupakan *angular width* (3dB) pada saat theta phi = 0. sedangkan HP-2 merupakan angular width (3dB) pada saat theta phi - 90

Dari gambar 3.4 didapatkan HP-1 = 81,6 degree dan HP-2 = 32,6 degree maka,

$$D = \frac{41253}{(81.6)(32.6)}$$

$$D = 15,5077$$

Setelah didapatkan nilai D nya maka *gain* nya dapat dicari dengan mengmpamakan nilai efisiensi dari antenanya.Nilai efisiensi antenna cukup besar apabila dikatakan nilai efisiensinya 0,7 maka perkiraan *gain* nya adalah

$$G = e \times D$$

$$G = 0,7 \times 15,5077$$

$$G = 10,855$$

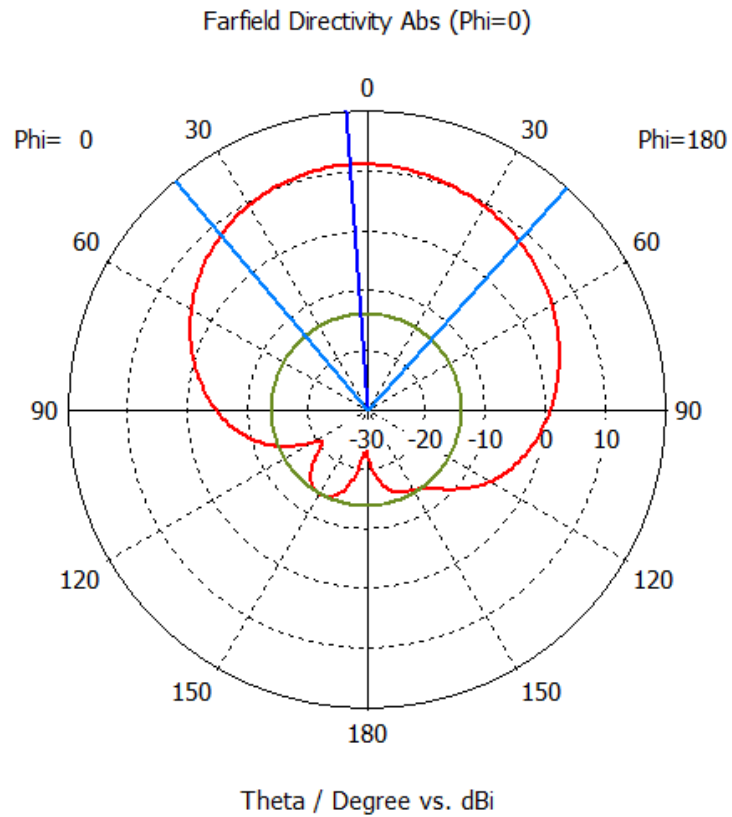
Maka gain dalam dB nya adalah

$$G(\text{dBi}) = 10 \log 10,855$$

$$10,356 \text{ dBi}$$

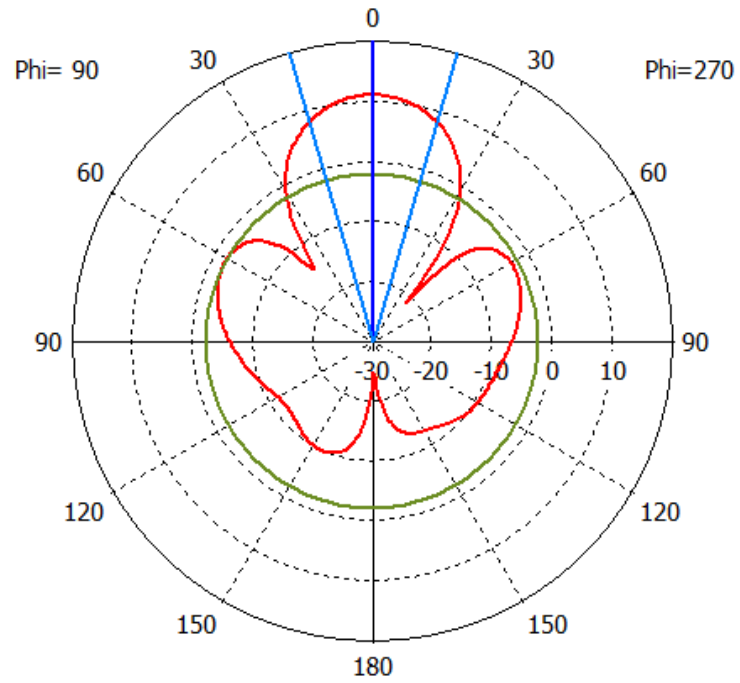
Berarti perkiraan besar penguatan antenna ketika difabrikasi adalah sebesar 10,356 dBi.

D. Pola Radiasi



Gambar 3.6 Pola radiasi H-Plane

Farfield Directivity Abs (Phi=90)



Theta / Degree vs. dBi

Pola radiasi E-Plane