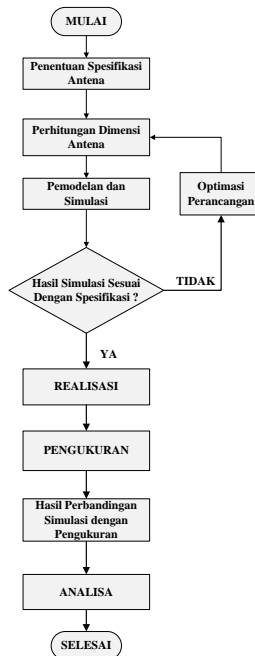


## BAB III

### PERANCANGAN DAN SIMULASI

#### 3.1. PROSES Pengerjaan

Proses dari pengerjaan skripsi ini terbagi menjadi beberapa tahapan dasar yaitu penentuan spesifikasi, perancangan dan simulasi, serta realisasi antenna. Tahapan keseluruhan dari proses pengerjaan skripsi ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Kerja Pengerjaan

---

### 3.1.1. Penentuan Spesifikasi

Penentuan spesifikasi antenna bertujuan agar antenna yang disimulasikan dan di buat memiliki sebuah nilai standar yang harus dipenuhi. Antenna yang akan dirancang/*design* merupakan antenna mikrostrip rektangular 2 *array* yang memiliki spesifikasi:

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| Frekuensi Kerja | : 2,4 GHz – 2,484 GHz   |
| VSWR            | : $\leq 2$              |
| Polarisasi      | : Vertikal              |
| Pola radiasi    | : <i>Unidirectional</i> |

### 3.1.2. Perancangan dan Simulasi

Tahap awal dari perancangan adalah perhitungan dimensi antenna. Sedangkan perancangan dengan menggunakan *software* CST Studio 2012 bertujuan untuk memvisualisasi / mensimulasikan tahapan pertama. Visualisasi berupa gambar tiga dimensi dengan spesifikasi ukuran, jenis bahan dan letak pencatutan agar bisa disimulasikan. Hasil simulasi berupa nilai parameter-parameter antenna yang ditampilkan dalam bentuk grafik, selanjutnya akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh terhadap unjuk kerja antenna.

#### 3.1.2.1. Perhitungan Dimensi Antena

Dalam perancangan antenna, ukuran dimensi antenna akan sangat mempengaruhi karakteristik antenna yang akan direalisasikan. Secara umum nilai frekuensi kerja yang

digunakan akan menentukan fisik dari dimensi antena, semakin tinggi frekuensi maka dimensi antena akan semakin kecil. Antena *array* merupakan sebuah teknik penyusunan *patch* antena yang berbentuk rektanguler untuk mendapatkan respon frekuensi yang diinginkan. Sebelum melakukan perancangan terlebih dahulu melakukan perhitungan panjang dan lebar *patch* dengan parameter dasar berupa :

Frekuensi yang digunakan : 2,4 GHz-2,484 GHz.

Frekuensi tengah ( $f_c$ ) : 2,442 GHz

$\epsilon_r$  bahan FR4 (Epoxy) : 4,4

$\mu_r$  : mendekati 1 (udara)

tebal *patch* : 0,035 mm

tebal substrat : 1,6 mm

Perhitungan dimensi antena dapat dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

A. Menghitung lebar *patch* :

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{C}{2xf_c \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,442 \times 10^9 \sqrt{\frac{4,4 + 1}{2}}} \\
 &= 0,037382 \text{ m} \\
 &= 37,38 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

B. Menghitung jarak antar element *patch* :

Panjang gelombang yang digunakan adalah  $\frac{1}{2} \lambda$

$$\begin{aligned}\lambda_0 &= \frac{C}{f \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{(2,442 \times 10^9)(\sqrt{4,4})} \\ &= 0,058566 \text{ m} \\ &= 58,57 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka jarak antar *patch* (d) dapat dicari dengan :

$$\frac{1}{2} \lambda = \frac{1}{2} \times 58,57 = 29,285 \text{ mm}$$

C. Menghitung konstanta dielektrik efektif :

$$\begin{aligned}\epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \times \frac{h}{W}\right)^{-1/2} \\ &= \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left(1 + 12 \times \frac{1,6}{37,38}\right)^{-1/2} \\ &= 4,0868\end{aligned}$$

D. Menghitung *Length* ( $L_{eff}$ ) :

$$\begin{aligned}L_{eff} &= \frac{C}{2 \times f_c \sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,442 \times 10^9 \sqrt{4,0868}} \\ &= 0,03038 \text{ m} = 30,38 \text{ mm}\end{aligned}$$

E. Menghitung pertambahan panjang efektif *patch* :

$$\begin{aligned}\Delta L &= 0,412 h \left[ \frac{(\varepsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\varepsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \right] \\ &= 0,412 \times 1,6 \left[ \frac{(4,0868 + 0,3) \left(\frac{37,38}{1,6} + 0,264\right)}{(4,0868 - 0,258) \left(\frac{37,38}{1,6} + 0,8\right)} \right] \\ &= 0,6592 \left[ \frac{(4,3868)(23,6265)}{(3,8288)(24,1625)} \right] \\ &= 0,7385 \text{ mm}\end{aligned}$$

F. Menghitung panjang *patch* :

$$\begin{aligned}L &= L_{eff} - 2\Delta L \\ &= 30,38 - (2 \times 0,7385) \\ &= 28,903 \text{ mm}\end{aligned}$$

G. Menghitung panjang total antenna untuk *single patch*:

$$\begin{aligned}Wg &= 6h + W \\ &= (6 \times 1,6) + 37,38 \\ &= 46,98 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Lg &= 6h + L \\ &= (6 \times 1,6) + 28,903 \\ &= 38,503 \text{ mm}\end{aligned}$$

H. Menghitung dimensi saluran pencatu dengan impedansi 50Ω:

$$\begin{aligned} B &= \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \\ &= \frac{60\pi^2}{50\sqrt{4,4}} \\ &= 5,64618 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{st} &= \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \\ &= \frac{2 \times 1,6}{\pi} \left\{ 5,64618 - 1 - \ln(2 \times 5,64618 - 1) + \frac{4,4 - 1}{2 \times 4,4} \left[ \ln(5,64618 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right] \right\} \\ &= 1,01859 \{ 4,64618 - \ln(10,29236) + 0,38636 [\ln(4,64618) + 0,25136] \} \\ &= 1,01859 (2,314778 + 0,69058) \\ &= 3,0611 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{W}{h} = \frac{3,06111}{1,6} = 1,9133$$

Karena nilai  $W/h > 1$ , maka :

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,4+1}{2} + \frac{4,4-1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{1,6}{3,06111}\right)^2}} \right] = 3,3304$$

dengan  $f_c = 2,442 \text{ GHz}$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_c} = \frac{3 \times 10^8}{2,442 \times 10^9} = 0,12285 \text{ m} = 122,85 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{122,85}{\sqrt{3,3304}} = 67,317 \text{ mm}$$

Untuk nilai  $L_{st}$  :

$$L_{st} = \frac{\lambda_g}{2} = \frac{67,317}{2} = 33,6585 \text{ mm}$$

Menghitung dimensi saluran pencatu dengan impedansi  $100\Omega$ :

$$\begin{aligned} B &= \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \\ &= \frac{60\pi^2}{100\sqrt{4,4}} \\ &= 2,823 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{st} &= \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - \right. \\ &1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \left. \right\} \\ &= \frac{2 \times 1,6}{\pi} \left\{ 2,823 - 1 - \ln(2 \times 2,823 - \right. \\ &1) + \frac{4,4 - 1}{2 \times 4,4} \left[ \ln(2,823 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right] \left. \right\} \\ &= 1,01859 \{ 1,823 - \ln(4,646) + \\ &0,38636 [\ln(1,823) + 0,25136] \} \\ &= 1,01859 (0,28699 + 0,32912) \\ &= 0,676 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan dimensi antenna yang telah dilakukan dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Nilai dimensi antenna berdasarkan perhitungan

| Komponen                           | Simbol<br>Komponen | Dimensi (mm) |
|------------------------------------|--------------------|--------------|
| Lebar <i>Patch</i>                 | W                  | 37,388       |
| Panjang <i>Patch</i>               | L                  | 28,903       |
| Tinggi / tebal <i>Patch</i>        | T                  | 0,035        |
| Lebar <i>Strip</i> (50 $\Omega$ )  | Wst                | 3,0611       |
| Lebar <i>Strip</i> (100 $\Omega$ ) | Wst_2              | 0,676        |
| Panjang <i>Strip</i>               | Lst                | 33,6585      |
| Tinggi / tebal <i>Strip</i>        | Tstrip             | 0,035        |
| Jarak antar elemen                 | D                  | 29,285       |
| Lebar Substrat                     | Ps                 | 46,98        |
| Panjang Substrat                   | Ls                 | 38,503       |

### 3.1.2.2. Perancangan Simulasi Antena Pada CST Studio 2012

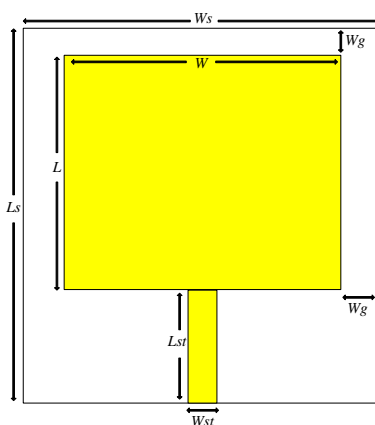
Proses dari perancangan dan simulasi antenna menggunakan CST Studio 2012 yang nilai dimensi antenanya berdasarkan hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

#### A. Gambar *design* awal :

*Design* awal dari antenna yang dibuat adalah antenna mikrostrip *patch* rektangular yang masih *single patch*. Perhitungan dimensi antenna juga merupakan perhitungan



untuk antenna *single patch*. Dari antenna *single patch* ini yang akan dibuat dengan sistem *array*. Dimensi *patch* dari antenna yang menggunakan sistem *array* sama saja dengan dimensi *patch* pada *single patch*, hanya bedanya *patch* yang dibuat ada beberapa buah. (2 buah).

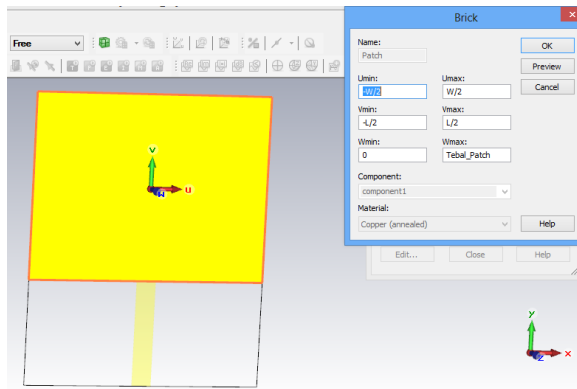


Gambar 3.2 *Design* awal antenna *single patch*

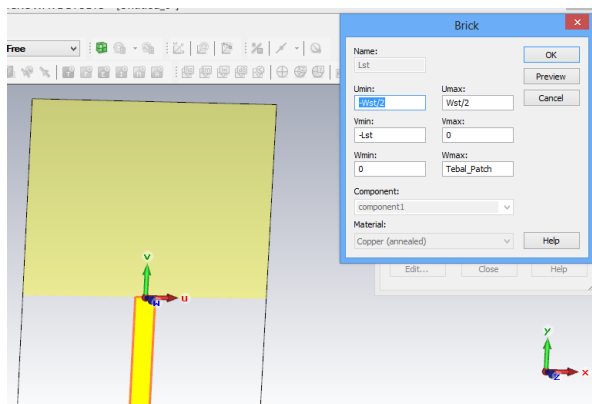
#### B. *Design* antenna mikrostrip 2 *array* dengan CST :

Proses pembuatan *design* menggunakan *software* CST Studio 2012 yang bertujuan untuk memvisualisasikan antenna. Tahap awal yang dilakukan pada proses *design* antenna adalah dengan membuat *single patch* rektangular dengan dimensi berdasarkan hasil perhitungan. Kemudian dibuat *array* dengan cara melakukan perulangan *patch* menjadi 2 *patch* nampak

seperti Gambar 3.3. Setelah membuat *patch* tunggal maka perlu dibuat saluran pencatu nampak seperti pada Gambar 3.4.

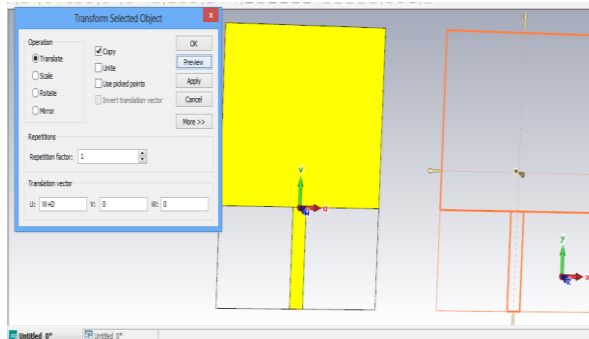


Gambar 3.3 Pengaturan dimensi *single patch*



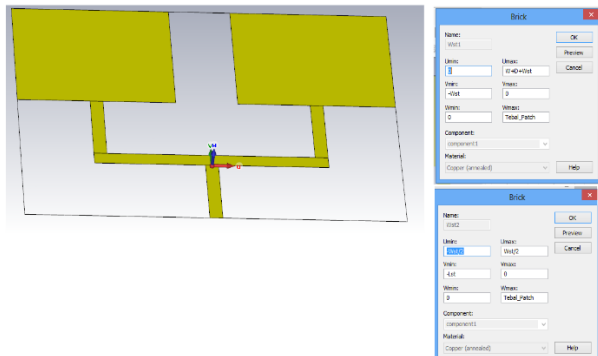
Gambar 3.4 Pengaturan dimensi saluran pencatu untuk *single patch*

Setelah membuat *single patch* maka yang harus dilakukan adalah membuat *patch* menjadi 2 (di-array) yang nampak seperti Gambar 3.5.



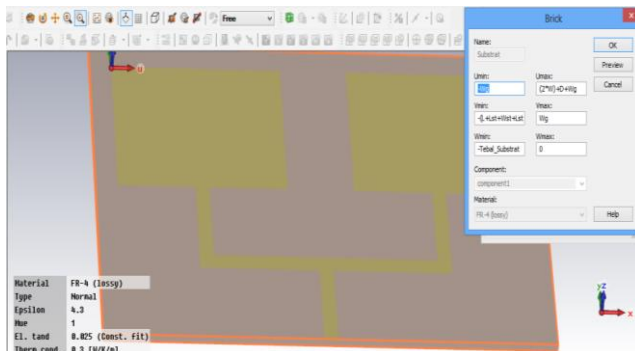
Gambar 3.5 Membuat 2 *patch* dengan dimensi yang sama

Setelah dibuat 2 buah *patch* rektanguler yang sama, maka untuk menghubungkan kedua *patch* tersebut dibuat suatu saluran pencatu yang memiliki ukuran berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan yang nampak seperti pada Gambar 3.6.



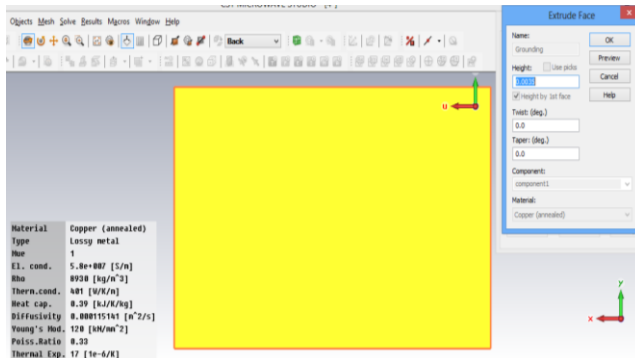
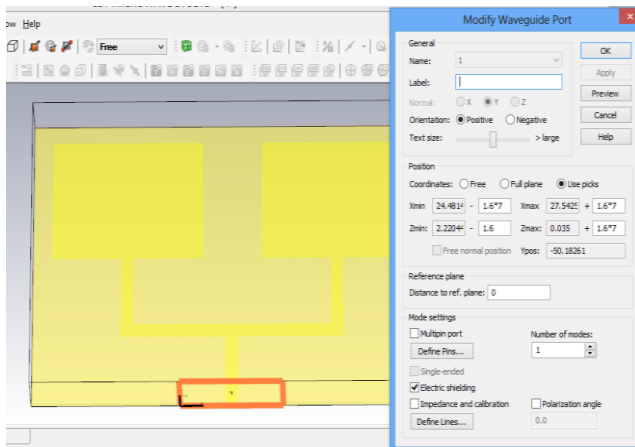
Gambar 3.6 Membuat saluran transmisi

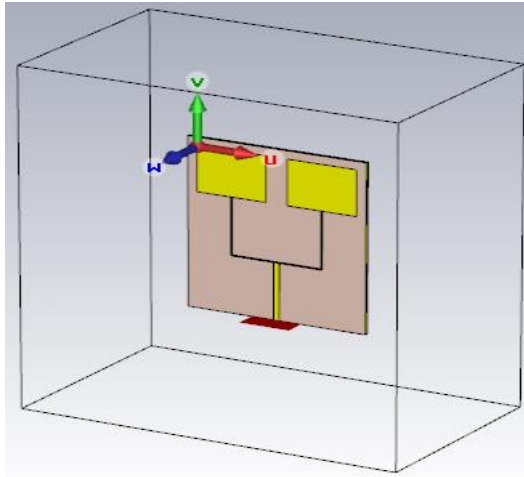
Setelah saluran transmisi untuk kedua *patch* dibuat, maka langkah selanjutnya adalah membuat substrat karena substrat merupakan sebuah elemen pemisah antara *ground plane* dan *patch*.



Gambar 3.7 Membuat Substrat dengan spesifikasi bahan FR-4

Langkah selanjutnya adalah pembuatan *ground plane* yang berfungsi untuk memantulkan sinyal yang tidak diinginkan dan membuat *port* yang nampak seperti Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.

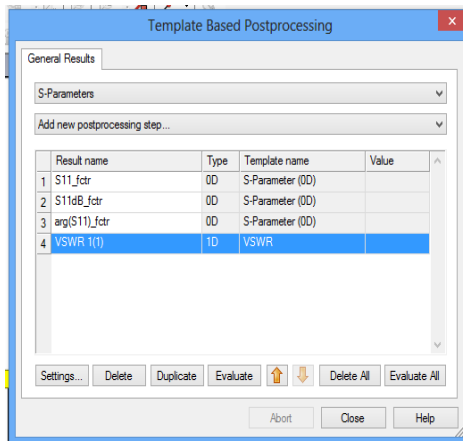
Gambar 3.8 Pembuatan *Grounding*Gambar 3.9 Pembuatan *Port*



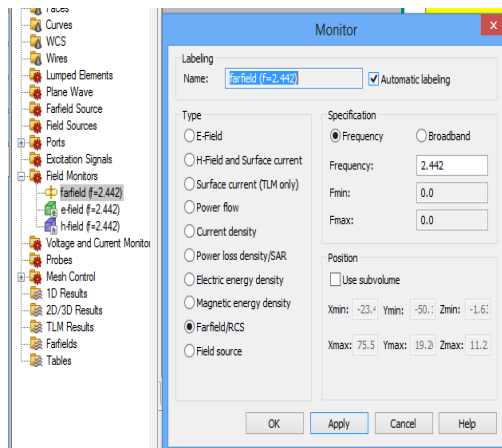
Gambar 3.10 Gambar antenna mikrostrip 2 array pada simulasi dengan CST Studio 2012

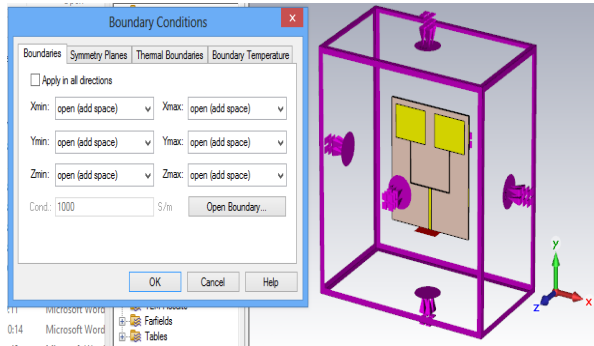
### C. Pengaturan Parameter Antena

Simulasi dari hasil *design* bertujuan untuk mengetahui nilai dari masing-masing parameter yang akan diamati. Hasil dari simulasi merupakan hasil dalam kondisi antena yang optimal. Sebelum simulasi dijalankan, ada beberapa pengaturan yang harus dilakukan. Parameter yang akan diamati adalah VSWR, *return loss*, gain, polarisasi dan pola radiasi. Cara menampilkan parameter yang diamati pada simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.11, Gambar 3.12 dan Gambar 3.13.



Gambar 3.11 Pengaturan Parameter antenna

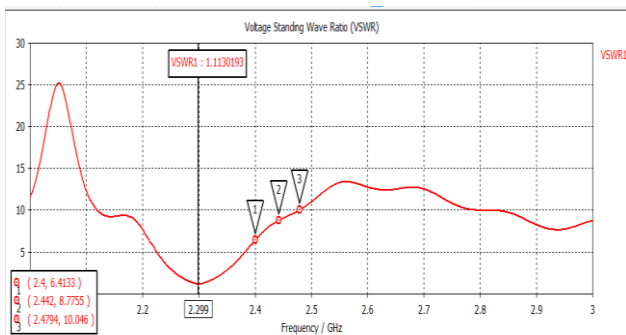
Gambar 3.12 Pengaturan *field monitor* untuk menampilkan *gain* dan pola radiasi antenna

Gambar 3.13 Pengaturan *Boundary* antena

### 3.1.2.3. Hasil Simulasi Sebelum Optimasi

Setelah proses *design* dilakukan dan akan dilakukan proses *running* simulasi untuk mendapatkan nilai parameter yang akan dialami. Hasil awal *running* simulasi tanpa merubah nilai dimensi antena (nilai dimensi antena sesuai dengan hasil perhitungan).

- a. Nilai VSWR sesuai dengan perhitungan dimensi antena.

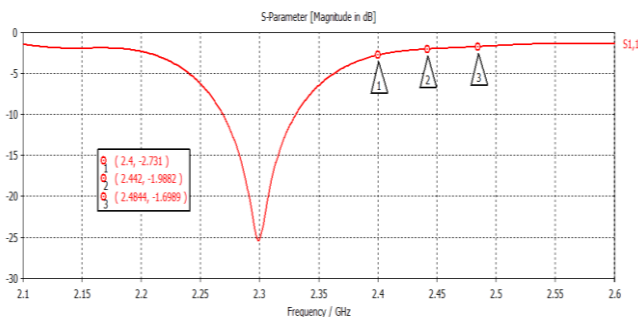


Gambar 3.14 Nilai awal VSWR



Dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan nilai dimensi hasil perhitungan didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 3.12 yaitu pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 6,4133, frekuensi 2,442 GHz sebesar 8,7755 dan pada frekuensi 2,484 GHz sebesar 10,046. Nilai VSWR ini sangat jauh dari yang diinginkan yaitu kurang dari atau sama dengan 2.

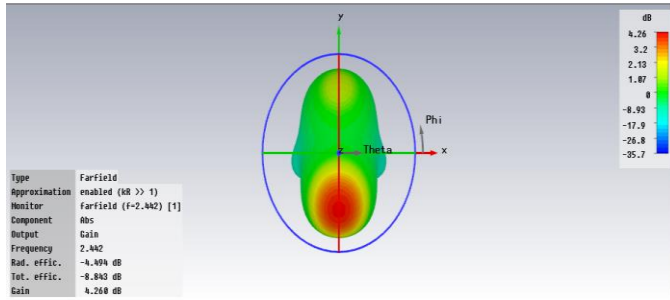
- b. Nilai *Return loss* awal sesuai dengan perhitungan dimensi antenna



Gambar 3.15 Nilai Awal *Return loss*

Dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan nilai dimensi hasil perhitungan didapat nilai *return loss* seperti pada Gambar 3.13 yaitu pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -2,731, frekuensi 2,442 GHz sebesar -1,9882 dan pada frekuensi 2,484 GHz sebesar -1,6989.

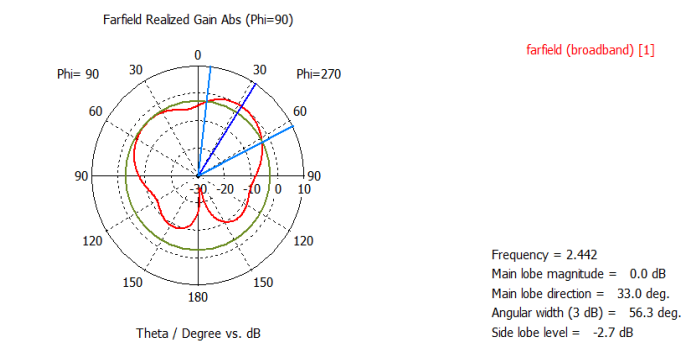
c. Nilai *Gain* awal sesuai dengan perhitungan dimensi antenna



Gambar 3.16 Nilai Awal *Gain* Antena

Nilai gain yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 4,26 dB.

d. Polarisasi Antena Sesuai Nilai Perhitungan Dimensi Antena



Gambar 3.17 Polarisasi Antena Sesuai Pehitungan Dimensi Antena

Dapat dilihat pada gambar 3.17 bahwa polarisasi antena yang dihasilkan adalah polarisasi vertikal.

#### 3.1.2.4. Optimasi Simulasi Antena

Dari hasil simulasi yang menggunakan perhitungan dimensi antena, dapat dilihat jika antena yang telah disimulasikan tidak bekerja pada *range* frekuensi yang diinginkan. Nilai-nilai parameter yang diamati juga belum mencapai batasan yang ditentukan. Untuk mengatasi hal ini maka dilakukan optimasi antena dengan cara mengganti/merubah-ubah nilai beberapa dimensi antena hingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Dimensi antena yang dirubah adalah lebar *patch*, panjang *patch* dan jarak antara *patch*.

##### A. Perubahan nilai lebar *patch* (W)

Perubahan nilai lebar *patch* (W) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi yang optimal. Pada saat nilai W dirubah-rubah, nilai dari panjang *patch* (L), dan jarak antar *patch* (D) adalah tetap. Pengaruh perubahan nilai W terhadap frekuensi dan nilai VSWR yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perubahan Nilai Lebar *Patch* (W)

| No | Dimensi Antena (mm) |        |        | Nilai VSWR (dB) |          |        | Frekuensi Kerja (GHz) |
|----|---------------------|--------|--------|-----------------|----------|--------|-----------------------|
|    | W                   | L      | D      | F Low           | F Center | F High |                       |
| 1  | 37,38               | 28,903 | 29,285 | 6,4133          | 8,7755   | 10,24  | 2,299                 |
| 2  | 37,2                | 28,903 | 29,285 | 6,3404          | 8,6417   | 10,293 | 2,3                   |
| 3  | 37,076              | 28,903 | 29,285 | 6,3035          | 8,6175   | 10,27  | 2,3                   |
| 4  | 36,38               | 28,903 | 29,285 | 6,0744          | 8,3952   | 10,225 | 2,302                 |
| 5  | 36,2                | 28,903 | 29,285 | 6,02            | 8,3556   | 10,186 | 2,303                 |
| 6  | 36,076              | 28,903 | 29,285 | 6,0436          | 8,5421   | 10,051 | 2,303                 |
| 7  | 35,38               | 28,903 | 29,285 | 5,822           | 8,3795   | 9,9202 | 2,305                 |
| 8  | 35,2                | 28,903 | 29,285 | 5,764           | 8,3347   | 9,8844 | 2,305                 |
| 9  | 35,076              | 28,903 | 29,285 | 5,7186          | 8,2106   | 9,9082 | 2,306                 |

### B. Perubahan nilai panjang *patch* (L)

Perubahan nilai panjang *patch* (L) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi yang optimal. Pada saat nilai L dirubah-rubah, nilai dari lebar *patch* (W), dan jarak antar *patch* (D) adalah tetap. Pengaruh perubahan nilai L terhadap frekuensi dan nilai VSWR yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perubahan Nilai Panjang *Patch* (L)

| No | Dimensi Antena (mm) |        |        | Nilai VSWR (dB) |          |        | Frekuensi Kerja (GHz) |
|----|---------------------|--------|--------|-----------------|----------|--------|-----------------------|
|    | W                   | L      | D      | F Low           | F Center | F High |                       |
| 1  | 35,076              | 28,903 | 29,285 | 5,7186          | 8,2106   | 9,9082 | 2,306                 |
| 2  | 35,076              | 28,9   | 29,285 | 5,7026          | 8,2003   | 9,8961 | 2,306                 |

Tabel 3.3 Perubahan Nilai Panjang *Patch* (L) (Lanjutan)

| No | Dimensi Antena (mm) |        |        | Nilai VSWR (dB) |          |        | Frekuensi Kerja (GHz) |
|----|---------------------|--------|--------|-----------------|----------|--------|-----------------------|
|    | W                   | L      | D      | F Low           | F Center | F High |                       |
| 3  | 35,076              | 28,5   | 29,285 | 3,6826          | 6,4514   | 8,4336 | 2,334                 |
| 4  | 35,076              | 28,09  | 29,285 | 2,1389          | 4,4034   | 6,8882 | 2,363                 |
| 5  | 35,076              | 27,903 | 29,285 | 1,6346          | 3,494    | 6,1628 | 2,376                 |
| 6  | 35,076              | 27,9   | 29,285 | 1,6278          | 3,4805   | 6,1484 | 2,377                 |
| 7  | 35,076              | 27,503 | 29,285 | 1,2052          | 2,0371   | 4,1414 | 2,406                 |
| 8  | 35,076              | 27,09  | 29,285 | 1,9416          | 1,2193   | 2,5218 | 2,434                 |

### C. Perubahan nilai jarak antar *patch* (D)

Perubahan nilai jarak antar *patch* (D) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi yang optimal. Pada saat nilai D diubah-ubah, nilai dari panjang *patch* (L), dan lebar *patch* (W) adalah tetap. Pengaruh perubahan nilai D terhadap frekuensi dan nilai VSWR yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.4 Perubahan nilai jarak antar *patch* (D)

| No | Dimensi Antena (mm) |       |        | Nilai VSWR (dB) |          |        | Frekuensi Kerja (GHz) |
|----|---------------------|-------|--------|-----------------|----------|--------|-----------------------|
|    | W                   | L     | D      | F Low           | F Center | F High |                       |
| 1  | 35,076              | 27,09 | 29,285 | 1,9416          | 1,2193   | 2,5218 | 2,434                 |
| 2  | 35,076              | 27,09 | 25,795 | 2,179           | 1,1234   | 2,1833 | 2,439                 |
| 3  | 35,076              | 27,09 | 25,285 | 2,1366          | 1,1579   | 2,3103 | 2,441                 |
| 4  | 35,076              | 27,09 | 20,795 | 2,1145          | 1,1463   | 2,1433 | 2,441                 |

Tabel 3.4 Perubahan nilai jarak antar *patch* (D) (Lanjutan)

| No | Dimensi Antena (mm) |       |        | Nilai VSWR (dB) |          |        | Frekuensi Kerja (GHz) |
|----|---------------------|-------|--------|-----------------|----------|--------|-----------------------|
|    | W                   | L     | D      | F Low           | F Center | F High |                       |
| 5  | 35,076              | 27,09 | 20,285 | 2,1836          | 1,1532   | 2,0906 | 2,443                 |
| 6  | 35,076              | 27,09 | 15,795 | 2,1907          | 1,2079   | 1,9395 | 2,446                 |
| 7  | 35,076              | 27,09 | 15,285 | 2,2127          | 1,2161   | 1,9198 | 2,446                 |
| 8  | 35,076              | 27,09 | 10,795 | 2,008           | 1,2593   | 1,9816 | 2,442                 |

Dari tabel 3.4 dapat dilihat bahwa dengan nilai lebar *patch* adalah 35,076, panjang *patch* adalah 27,09 dan jarak antar *patch* adalah 10,975 didapatkan nilai VSWR yang bernilai kurang dari atau sama dengan 2 untuk range frekuensi 2,4 GHz sampai 2,484 GHz.

### 3.1.2.5. Hasil Simulasi Setelah Optimasi

Setelah dilakukan optimasi dengan cara mengganti/merubah nilai beberapa dimensi antena yaitu lebar *patch*, panjang *patch* dan jarak antar *patch* didapatkan nilai dimensi antena yang ideal berdasarkan hasil simulasi seperti terlihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai Dimensi Antena Setelah Optimasi

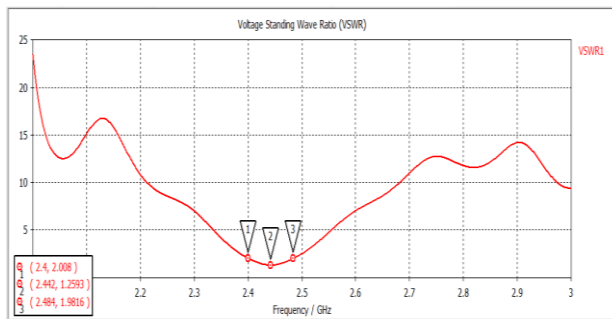
| Komponen                    | Simbol Komponen | Dimensi (mm) |
|-----------------------------|-----------------|--------------|
| Lebar <i>Patch</i>          | W               | 35,076       |
| Panjang <i>Patch</i>        | L               | 27,09        |
| Tinggi / tebal <i>Patch</i> | T               | 0,035        |

Tabel 3.5 Nilai Dimensi Antena Setelah Optimasi (Lanjutan)

| Komponen                           | Simbol Komponen | Dimensi (mm) |
|------------------------------------|-----------------|--------------|
| Lebar <i>Strip</i> (50 $\Omega$ )  | Wst             | 3,06111      |
| Lebar <i>Strip</i> (100 $\Omega$ ) | Wst_2           | 0,676        |
| Panjang <i>Strip</i>               | Lst             | 46,547       |
| Tinggi / tebal <i>Strip</i>        | Tstrip          | 0,035        |
| Jarak antar elemen                 | D               | 10,795       |
| Lebar Substrat                     | Ps              | 46,98        |
| Panjang Substrat                   | Ls              | 38,503       |

Setelah proses optimasi dilakukan maka didapatkan hasil simulasi berupa nilai-nilai parameter antena yang berbeda dari hasil simulasi menggunakan nilai dimensi dari hasil perhitungan. Hasil simulasi dari optimasi antena yang telah dilakukan merupakan hasil kinerja antena secara ideal (tanpa ada *loss*).

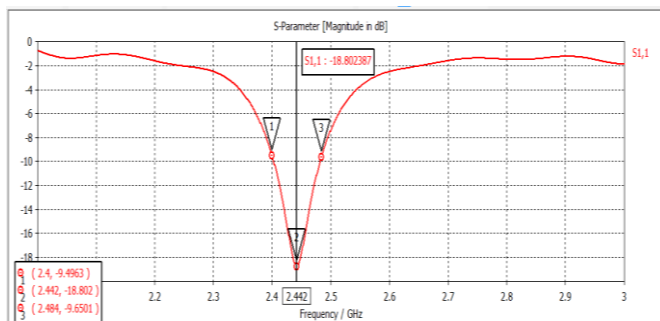
- a. Nilai VSWR hasil optimasi dimensi antena.



Gambar 3.18 Nilai VSWR hasil optimasi dimensi antena

Dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 3.16 yaitu pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,008 pada frekuensi 2,442 GHz sebesar 1,2990 dan pada frekuensi 2,484 GHz sebesar 1,9816. Nilai VSWR ini sudah memenuhi nilai yang diinginkan yaitu kurang dari atau sama dengan 2.

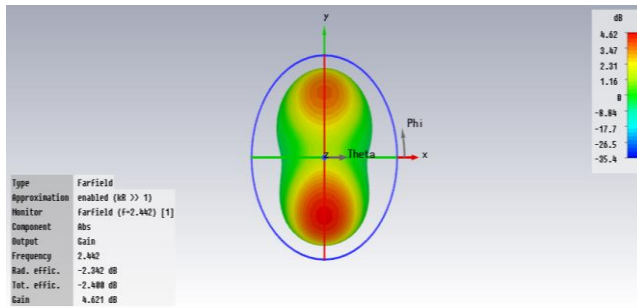
b. Nilai *Return loss* sesuai hasil optimasi dimensi antenna



Gambar 3.19 Nilai *Return loss* hasil optimasi dimensi antenna

Dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah optimal didapat nilai *return loss* seperti pada Gambar 3.19 yaitu pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -9,4936, frekuensi 2,442 GHz sebesar -18,802 dan pada frekuensi 2,484 GHz sebesar -9,6501

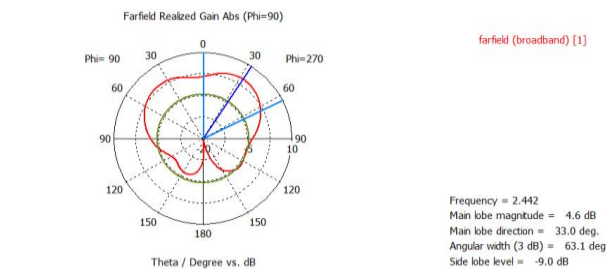


c. Nilai *Gain* sesuai hasil optimasi dimensi antenna

Gambar 3.20 Nilai *Gain* Antena hasil optimasi dimensi antenna

Nilai gain yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 4,62 dB. Nilai gain yang didapatkan dengan menggunakan dimensi hasil optimasi lebih bagus jika dibandingkan dengan gain hasil simulasi dengan menggunakan dimensi hasil perhitungan.

## d. Polarisasi Antena Sesuai hasil optimasi dimensi antenna



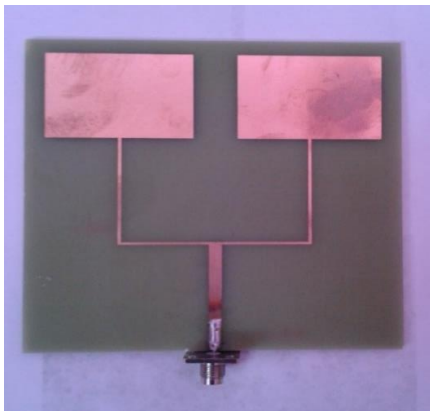
Gambar 3.21 Polarisasi Antena Hasil optimasi dimensi antenna

---

### 3.1.3. Pembuatan/Realisasi Sesuai Hasil dari Simulasi dan Pengukuran

Pembuatan merupakan proses realisasi hasil model/*design* yang dibuat pada tahap simulasi ke dalam bentuk *real*. Tahapan yang dilakukan dapat dilihat dalam digram alur pengerjaan pada gambar 3.1.

Tahap pengukuran dilakukan di Laboratorium Antena Telkom University. Pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui nilai-nilai dari parameter antena yang diamati seperti nilai *return loss*, *VSWR*, *gain* antena, polarisasi dan pola radiasi antena. Hasil dari pengukuran akan dibandingkan dengan hasil simulasi dan akan dilakukan analisa dari hasil perbandingan antara simulasi dan pengukuran yang dilakukan. Tampilan dari antena yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22 Antena mikrostrip rektangular 2 array