

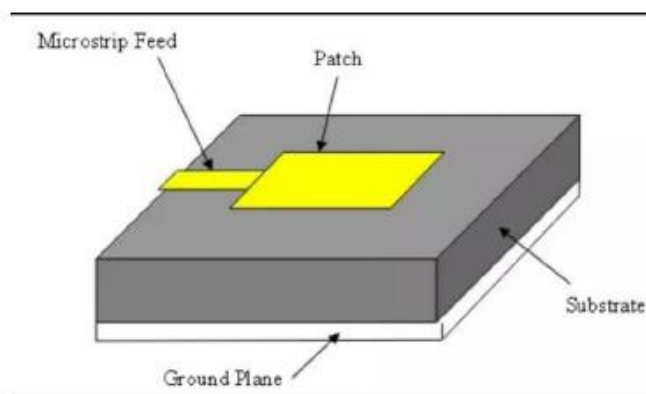
### III.1. Perancangan

#### III.1.1 Karakteristik Bahan Mikrostrip

Substrat yang digunakan dalam perancangan antenna mikrostrip, yaitu FR4-Epoxy yang memiliki *permittivitas relative* ( $\epsilon_r$ ) 4,4 dan ketebalan 1,6 mm. Pada bagian *patch* dan *ground plane* digunakan material tembaga yang memiliki ketebalan 0,035 mm.

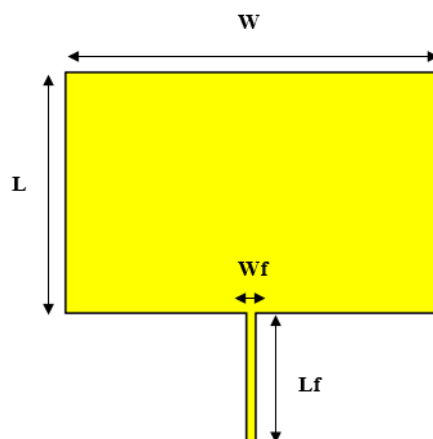
#### III.1.2. Bentuk dan Dimensi Antena

Bentuk dari antenna mikrostrip satu *patch* yang dibuat adalah *rectangular* atau persegi panjang dengan pencatutan *feed-line*. Teknik pencatutan ini berfungsi untuk menyesuaikan impedansi pada mikrostrip agar *match*.



Gambar 3.1 Antena Mikrostrip

Dalam perancangan antenna mikrostrip diperlukan perhitungan untuk menentukan dimensi – dimensi pada *patch* antenna dengan menggunakan persamaan matematis dari formula yang telah ditetapkan. Berikut gambaran dimensi – dimensi pada antenna mikrostrip:



Gambar 3.2 Antena Mikrostrip 1 Elemen

Dengan:

- W = Lebar *patch*  
 L = Panjang *patch*  
 Wf = Lebar saluran pencatu  
 Lf = Panjang saluran pencatu

### III.1.3. Perhitungan Dimensi Antena

#### 1. Dimensi *Patch*

Pada perancangan antena mikrostrip yang akan dibuat yaitu berbentuk *rectangular* atau persegi panjang, maka perlu diketahui panjang dan lebar dari *patch* antena, berikut perhitungannya:

- **Menghitung frekuensi tengah**

$$f_c = \sqrt{f_1 \times f_2} = \sqrt{2620 \times 2690} = 2655 \text{ MHz}$$

- **Menghitung lebar *patch***

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

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2655 \times 10^6} \sqrt{\frac{2}{4,4 + 1}}$$

$$W = 0,03438 \text{ m} = 34,38 \text{ mm}$$

- **Menghitung panjang *patch***

Dalam menghitung panjang *patch* diperlukan perhitungan mencari konstanta dielektrik ( $\epsilon_{reff}$ ) dan  $\Delta L$  terlebih dahulu, berikut perhitungannya:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \right)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 1,6}{34,38}}} \right)$$

$$\epsilon_{reff} = 4,0617$$

Setelah  $\epsilon_{reff}$  diketahui, maka:

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)}$$

$$\Delta L = 0.412(1,6) \frac{(4,0617 + 0.3) \left(\frac{34,38}{1,6} + 0.264\right)}{(4,0617 - 0.258) \left(\frac{34,38}{1,6} + 0.8\right)}$$

$$\Delta L = 0,7372 \text{ mm}$$

Untuk mencari panjang *patch* (L), berikut perhitungannya:

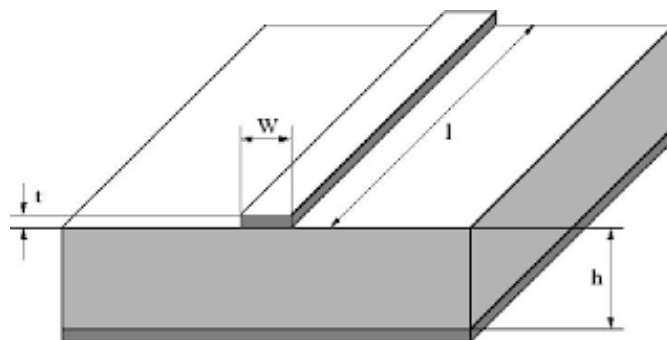
$$L = \frac{c}{2fc\sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2 \Delta L$$

$$L = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2655 \times 10^6 \sqrt{4,0617}} - 2 (0,7372)$$

$$L = 26,5556 \text{ mm}$$

## 2. Dimensi Saluran Pencatu

Untuk menghubungkan *patch* antenna dan pencatu, maka dibutuhkan saluran pencatu yang impedansinya *match* dengan pencatu. Saluran mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah garis (strip) dengan lebar  $w$  dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki konstanta dielektrik relatif  $\epsilon_{reff}$  dan tinggi  $h$  seperti pada Gambar 3.3. Ketebalan strip  $t$  biasanya diabaikan. Sedangkan ketebalan substrat, permitivitas relatif  $\epsilon_r$  dan lebar strip menentukan nilai impedansi. Berikut perumusannya:



Gambar 3.3 Struktur Saluran Pencatu

- **Menghitung lebar saluran**

$$\frac{W}{h} \begin{cases} \frac{8e^A}{e^{2A}-2} & \frac{W}{h} < 2 \\ \frac{2}{\pi} [B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} (\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r})] & \frac{W}{h} > 2 \end{cases}$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa persamaan yang pertama benar jika nilai  $\frac{W}{h} < 2$ , sedangkan saat persamaan yang kedua benar jika nilai  $\frac{W}{h} > 2$ . Sebelum mendapatkan nilai  $\frac{W}{h}$ , berikut perumusan nilai A dan B:

$$A = \frac{Zo}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left( 0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \right)$$

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

Dari perumusan diatas, maka didapatkan perhitungan untuk mencari lebar saluran pencatu 50Ω:

$$A = \frac{50}{60} \sqrt{\frac{4,4 + 1}{2}} + \frac{4,4 - 1}{4,4 + 1} \left( 0,23 + \frac{0,11}{4,4} \right)$$

$$A = 1,5298$$

$$\frac{W}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A}-2}$$

$$\frac{W}{h} = \frac{8e^{1,5298}}{e^{2 \times 1,5298} - 2}$$

$$\frac{W}{h} = 1,912$$

$$W = 1,912 \times 1,6$$

$$W = 3,0592 \text{ mm}$$

- **Menghitung panjang saluran**

$$L_f = \frac{1}{4} \times \lambda_g$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f_c \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$\lambda_g = \frac{2 \times 10^8}{2655 \times 10^6 \sqrt{4,0617}}$$

$$\lambda_g = 37,378 \text{ mm}$$

$$L_f = \frac{1}{4} \times 37,378$$

$$L_f = 9,3445 \text{ mm}$$

### 3. Dimensi *Ground Plane*

Untuk mencari panjang dan lebar dimensi *ground plane* tergantung pada dimensi panjang, lebar, jumlah, dan jarak antar *patch*. Untuk menghitung panjang dan lebar *ground plane* digunakan perhitungan dibawah ini:

- **Menghitung panjang *ground plane***

$$L_g = 6h + L + L_f$$

$$L_g = (6 \times 1,6) + 26,5556 + 9,3445$$

$$L_g = 45,5001 \text{ mm}$$

- **Menghitung lebar *ground plane***

$$W_g = 6h + W$$

$$W_g = (6 \times 1,6) + 34,38$$

$$W_g = 43,98 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan di atas, berikut dimensi untuk antena mikrostrip dengan 1 *patch*:

Tabel 3.1. Hasil Perhitungan Dimensi Antena 1 Patch

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
W	34,38	Lebar <i>patch</i>
L	26,5556	Panjang <i>patch</i>
$W_f$	3,0592	Lebar saluran pencatu 50 $\Omega$
$L_f$	9,3445	Panjang saluran pencatu 50 $\Omega$
$W_g$	43,98	Lebar <i>ground plane</i>

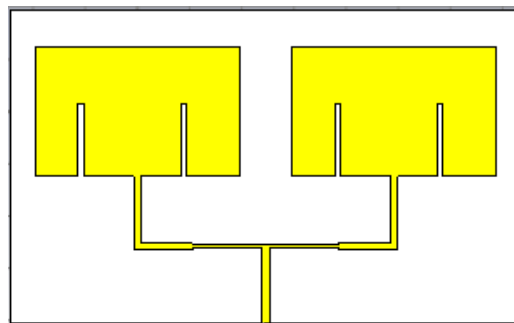
$L_g$	45,5001	Panjang <i>ground plane</i>
-------	---------	-----------------------------

#### III.1.4. Perancangan Antena Mikrostrip 1 Patch dengan 2 Slot

Setelah perancangan antena mikrostrip dengan 1 *patch*, maka dilanjutkan dengan perancangan antena mikrostrip dengan penambahan slot pada sisi bawah *patch* antena. Dalam merancang sebuah slot pada antena, diperlukan perhitungan panjang dan lebar dari slot tersebut.

#### III.1.5. Perancangan Antena Mikrostrip Slot 2 Patch

Perancangan selanjutnya yaitu membentuk *array* antena mikrostrip yang telah diberi slot seperti pada Gambar 3.4. Antena *array* ini tersusun dari 2 *patch* yang berbentuk *rectangular* atau persegi panjang.



Gambar 3.4 Antena Mikrostrip Slot dengan 2 Array

#### 1. Feeding Network

Antena mikrostrip *array* ini akan dicatu menggunakan konektor SMA 50Ω, sehingga pada titik pencatu antena harus 50 Ω juga. Untuk mendapatkan titik pencatu 50 Ω memerlukan saluran transformator untuk menghubungkan setiap saluran.

##### a. Saluran Pencatu 100 Ω

Saluran pencatu mikrostrip 100 Ω langsung dihubungkan dengan *patch* antena, berikut perhitungannya:

$$A = \frac{100}{60} \sqrt{\frac{4,4 + 1}{2}} + \frac{4,4 - 1}{4,4 + 1} \left( 0,23 + \frac{0,11}{4,4} \right)$$

$$A = 2,8992$$

$$\frac{W}{h} = \frac{8e^{2,8992}}{e^{2 \times 2,8992} - 2}$$

$$\frac{W}{h} = 0,4432$$

$$W = 0,7091 \text{ mm}$$

#### b. Saluran Pencatu 70,7 $\Omega$

Saluran Pencatu 70,7  $\Omega$  digunakan sebagai transformator  $\lambda/4$  antara saluran 100  $\Omega$  dan 50  $\Omega$ , berikut perhitungannya:

$$\lambda_g = \frac{c}{f_c \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$\lambda_g = \frac{3 \times 10^8}{2655 \times 10^6 \sqrt{4,0617}}$$

$$\lambda_g = 56,066 \text{ mm}$$

$$\frac{\lambda_g}{4} = 14,0166 \text{ mm}$$

### 2. Jarak Antar Patch

Jarak antar patch pada antenna mikrostrip yang dirancang adalah setengah panjang gelombang atau  $d = \lambda/2$ . Berikut adalah perhitungannya:

$$\lambda_g = \frac{c}{f_c \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$\lambda_g = \frac{3 \times 10^8}{2655 \times 10^6 \sqrt{4,0617}}$$

$$\lambda_g = 56,066 \text{ mm}$$

$$\frac{\lambda_g}{2} = 28,033 \text{ mm}$$

Namun, pada saat simulasi dilakukan optimasi pada jarak antar patch untuk menghemat dimensi *ground plane*.

### 3. Dimensi Ground Plane

Dimensi *ground plane* pada antenna mikrostrip *array* tergantung pada dimensi *patch*, jumlah *patch*, dan jarak antar *patch*. Dimensi *ground plane* akan lebih besar dari dimensi *patch*

keseluruhan. Saat simulasi dilakukan optimasi dengan mengubah – ubah dimensi *ground plane* hingga mendapatkan optimasi terbaik.