

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan ini menggunakan data yang bersifat numerik atau angka, sehingga hasil dari analisa data bersifat statis. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen yang digunakan adalah metode pengamatan tentang pengaruh suatu variabel terhadap kondisi yang telah diciptakan oleh peneliti dengan maksud dan tujuan tertentu. Bab ini menjelaskan mengenai tahapan dalam penelitian untuk membedakan parameter antenna pada saat penggunaan *substrate* yang berbeda. Pendekatan dalam penelitian ini mengimplementasikan pola analisa data secara deduktif dengan cara menganalisa data yang beroperasi pada tahap akhir setelah melakukan percobaan.

#### 3.1 ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

Penelitian ini menggunakan suatu pemodelan simulasi dalam menganalisa parameter-parameter antenna. Pemodelan simulasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *software* CST *Studio Suite* 2019. Antena mikrostrip dijalankan pada frekuensi kerja 920 MHz dengan tebal *substrate* sebesar 1,6 mm dan tebal pada *ground plane* ( $T_{ground}$ ) dan *patch* ( $T_{patch}$ ) sebesar 0,036 mm. Detail spesifikasi antenna mikrostrip yang akan dibuat terdapat pada tabel 3.1.

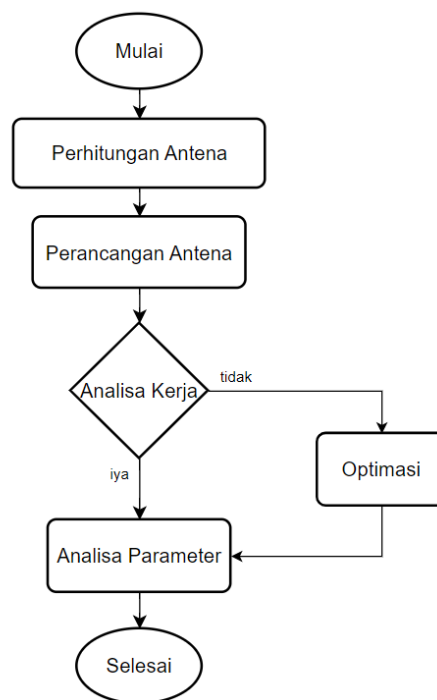
**Tabel 3.1 Spesifikasi Antena Mikrostrip**

Frekuensi Kerja	920 Mhz
Tebal <i>Substrate</i> (H)	1,6 mm
Tebal <i>Ground Plane</i> ( $T_{ground}$ ) dan <i>patch</i> ( $T_{patch}$ )	0,035 mm
VSWR	1 db – 2 dB
<i>Return Loss</i>	$\leq -10$ dB

#### 3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah untuk mengumpulkan data dan mengambil kesimpulan dari penelitian. Penelitian ini dimulai dengan menghitung dimensi antenna mikrostrip berbentuk persegi panjang. Perhitungan yang dilakukan yaitu menghitung komponen *patch*, *strip line*, *substrate*, serta *ground plane*. Kemudian tahapan selanjutnya yaitu

merancang antenna mikrostrip dengan *software* CST Studio Suite 2019, Pada rancangan menggunakan hasil perhitungan antenna mikrostrip belum memenuhi kriteria antenna yang baik, sehingga perlu dilakukan optimasi untuk memperbaiki kinerja pada antenna yang dirancang. Setelah antenna mikrostrip hasil optimasi memenuhi kriteria antenna yang baik maka tahapan selanjutnya yaitu menganalisa parameter antenna. Kemudian masuk pada tahapan mengubah bahan material *substrate* lalu pengambilan kesimpulan. Flowchat dari alur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Alur Penelitian pada Satu Substrate**

### 3.2.1 Perhitungan Dimensi Antena

Antena mikrostrip yang digunakan pada penelitian ini adalah antenna mikrostrip berbentuk segiempat. Antena mikrostrip dengan bentuk segiempat merupakan jenis antenna yang sering digunakan karena dalam melakukan analisa dapat dikategorikan lebih mudah dibandingkan dengan bentuk antenna mikrostrip yang lain. Dalam melakukan perhitungan yang lebih efektif penulis menggunakan *microsoft excel* untuk membantu mempercepat proses perhitungan dimensi antenna disetiap komponennya. Antena mikrostrip memiliki struktur berupa *ground plane*, *substrate*, *patch*, dan *stripline*.

#### 3.2.1.1. Perhitungan FR-4 Epoxy

Berikut adalah perhitungan dari dimensi pada permitivitas 4,3.

- **Menentukan Lebar *patch***

$$\begin{aligned}
 W_p &= \frac{C}{2 \times f_c} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 920 \times 10^6} \sqrt{\frac{2}{4,3 + 1}} \\
 &= 100,157 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang *patch***

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \right] \\
 &= \frac{4,3 + 1}{2} + \frac{4,3 - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 0,035}{100,157}}} \right] \\
 &= 4,291
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{eff} &= \frac{C}{2f_c \sqrt{\epsilon_{eff}}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 920 \times 10^6 \sqrt{3,938}} \\
 &= 78,711 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta L &= 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left( \frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \\
 &= 0,412 \times 0,035 \frac{(4,291 + 0,3) \left( \frac{100,157}{0,035} + 0,264 \right)}{(4,291 - 0,258) \left( \frac{100,157}{0,035} + 0,8 \right)} \\
 &= 0,016 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_p &= L_{eff} - 2\Delta L \\
 &= 78,711 - 2 \times 0,016 \\
 &= 78,676 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Lebar *Ground Plane* dan *Substrate***

$$\begin{aligned}
 W_g &= 6h + W_p \\
 &= 6 \times 0,035 + 100,157
 \end{aligned}$$

$$= 109,757mm$$

$$W_s = W_g = 109,757mm$$

- **Menentukan Panjang *Ground Plane* dan *Substrate***

$$L_g = 6h + L_p$$

$$= 6 \times 0,035 + 78,676$$

$$= 88,274mm$$

$$L_s = L_g = 88,274mm$$

- **Menentukan Lebar *Stripline***

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60(3,14)^2}{50\sqrt{4,3}}$$

$$= 5,711$$

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

$$= \frac{2 \times 0,035}{3,14} \left\{ 5,711 - 1 - \ln(2 \times 5,711 - 1) \times \frac{4,3 - 1}{2 \times 4,3} \left[ \ln(5,711 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,3} \right] \right\}$$

$$= 0,068mm$$

- **Menentukan Panjang *Stripline***

$$\lambda_0 = \frac{C}{f_c} = \frac{3 \times 10^8}{920 \times 10^6} = 0,326m$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{0,326}{\sqrt{4,291}} = 0,157m$$

$$L_{st} = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{0,157}{4} = 0,039354m = 39,354mm$$

### 3.2.1.2. Perhitungan Nitrogen

Berikut adalah perhitungan dari dimensi pada permitivitas 1.

- **Menentukan Lebar *patch***

$$W_p = \frac{C}{2 \times f_c} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 920 \times 10^6} \sqrt{\frac{2}{1 + 1}}$$

$$= 163,043mm$$

- **Menentukan Panjang *patch***

$$\begin{aligned}\epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \right] \\ &= \frac{1 + 1}{2} + \frac{1 - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 0,035}{163,043}}} \right] \\ &= 0,998\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{eff} &= \frac{C}{2f_c \sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 920 \times 10^6 \sqrt{0,998}} \\ &= 163,148\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta L &= 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \\ &= 0,412 \times 0,035 \frac{(0,998 + 0,3) \left(\frac{163,043}{0,035} + 0,264\right)}{(0,998 - 0,258) \left(\frac{163,043}{0,035} + 0,8\right)} \\ &= 0,025\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_p &= L_{eff} - 2\Delta L \\ &= 163,043 - 2 \times 0,025 \\ &= 163,098\text{mm}\end{aligned}$$

- **Menentukan Lebar *Ground Plane* dan *Substrate***

$$\begin{aligned}W_g &= 6h + W_p \\ &= 6 \times 0,035 + 100,157 \\ &= 109,757\text{mm}\end{aligned}$$

$$W_s = W_g = 109,757\text{mm}$$

- **Menentukan Panjang *Ground Plane* dan *Substrate***

$$\begin{aligned}L_g &= 6h + L_p \\ &= 6 \times 0,035 + 163,098 \\ &= 172,698\text{mm}\end{aligned}$$

$$L_s = L_g = 172,698mm$$

- **Menentukan Lebar Stripline**

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60(3,14)^2}{50\sqrt{1}} = 11,843$$

$$\begin{aligned} W_{st} &= \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) \times \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \\ &= \frac{2 \times 0,035}{3,14} \left\{ 5,711 - 1 - \ln(2 \times 11,843 - 1) \times \frac{1 - 1}{2 \times 1} \left[ \ln(11,843 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{1} \right] \right\} \\ &= 0,172mm \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Stripline**

$$\lambda_0 = \frac{C}{f_c} = \frac{3 \times 10^8}{920 \times 10^6} = 0,326m$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{0,326}{\sqrt{4,291}} = 0,326m$$

$$L_{st} = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{0,326}{4} = 0,081574m = 81,574mm$$

### 3.2.1.3. Perhitungan Water

Berikut adalah perhitungan dari dimensi pada permitivitas 78.

- **Menentukan Lebar patch**

$$\begin{aligned} W_p &= \frac{C}{2 \times f_c} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 920 \times 10^6} \sqrt{\frac{2}{78 + 1}} \\ &= 25,942mm \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang patch**

$$\begin{aligned} \epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \right] \\ &= \frac{78 + 1}{2} + \frac{78 - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 0,035}{25,942}}} \right] \end{aligned}$$

$$= 77,376$$

$$L_{eff} = \frac{C}{2f_c \sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 920 \times 10^6 \sqrt{77,376}}$$

$$= 18,535 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)}$$

$$= 0,412 \times 0,035 \frac{(77,376 + 0,3) \left(\frac{25,942}{0,035} + 0,264\right)}{(77,376 - 0,258) \left(\frac{25,942}{0,035} + 0,8\right)}$$

$$= 0,014 \text{ mm}$$

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L$$

$$= 18,535 - 2 \times 0,014$$

$$= 18,506 \text{ mm}$$

- **Menentukan Lebar Ground Plane dan Substrate**

$$W_g = 6h + W_p$$

$$= 6 \times 0,035 + 25,942$$

$$= 35,542 \text{ mm}$$

$$W_s = W_g = 35,542 \text{ mm}$$

- **Menentukan Panjang Ground Plane dan Substrate**

$$L_g = 6h + L_p$$

$$= 6 \times 0,035 + 18,506 = 28,106 \text{ mm}$$

$$L_s = L_g = 28,106 \text{ mm}$$

- **Menentukan Lebar Stripline**

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60(3,14)^2}{50\sqrt{78}} = 1,341$$

$$\begin{aligned}
W_{st} &= \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) \times \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \\
&= \frac{2 \times 0,035}{3,14} \left\{ 1,341 - 1 - \ln(2 \times 1,341 - 1) \times \frac{78 - 1}{2 \times 78} \left[ \ln(1,341 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{78} \right] \right\} \\
&= 0,012mm
\end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Stripline**

$$\lambda_0 = \frac{C}{f_c} = \frac{3 \times 10^8}{920 \times 10^6} = 0,326m$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{0,326}{\sqrt{77,376}} = 0,370m$$

$$L_{st} = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{0,370}{4} = 0,009268m = 9,268mm$$

Hasil dari perhitungan antenna mikrostrip dengan rancangan *substrate* FR-4 Epoxy, nitrogen dan *water* dapat dilihat pada Tabel 3.2. Dimensi dari komponen *substrate* dan komponen *ground plane* pada setiap rancangan antenna yang dibuat memiliki ukuran yang sama.

**Tabel 3.2 Dimensi Antena Berdasarkan Perhitungan**

Jenis <i>Substrate</i>	Komponen Antena (dalam mm)					
	Wg & Ws	Lg & Ls	Wp	Lp	Wst	Wst
<b>FR-4 Epoxy</b>	109,757	88,276	100,156	78,676	0,068	39,354
<b>Nitrogen</b>	172,643	172,698	163,043	165,098	0,172	81,574
<b>Water</b>	35,542	28,106	25,942	18,506	0,012	9,268

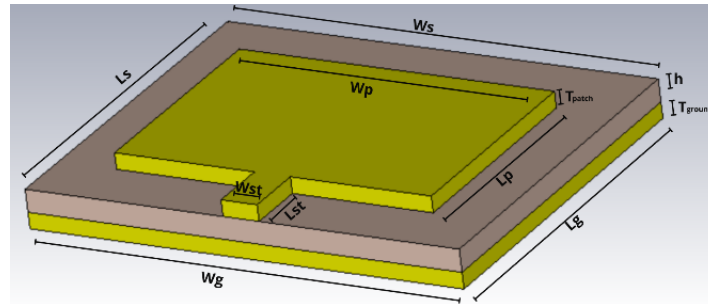
### 3.2.2 Perancangan Antena Mikrostrip

Perancangan antenna mikrostrip menggunakan *software* CST *studio suite* 2019. Pada penelitian ini menggunakan 4 macam komponen dalam merancang antenna mikrostrip. Komponen antenna mikrostrip yang digunakan yaitu *ground plane*, *substrate*, *patch* dan *stripline*. Karena pada antenna mikrostrip ini menggunakan pencatutan langsung maka komponen *patch* dan komponen *stripline* digabungkan menjadi satu. Dalam perancangan awal, peneliti menggunakan 2 bahan untuk merancang antenna mikrostrip. Bahan tersebut terdiri dari satu elemen berbahan konduktor yaitu menggunakan tembaga, dan elemen dielektrik yang berbeda tiap rancangan. Gambar 3.2 menunjukkan bentuk dari antenna mikrostrip pada satu rancangan antenna. Pada rancangan antenna pertama menggunakan elemen dielektrik FR-4



Epoxy, pada antenna kedua menggunakan elemen dielektrik Nitrogen, dan pada antenna ketiga menggunakan elemen dielektrik *Water*.

Pada perancangan antenna mikrostrip menggunakan *substrate water* memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan *substrate* jenis lainnya. Dan pada *substrate* jenis nitrogen memiliki nilai yang paling besar dibandingkan dengan ketiga rancangan antenna mikrostrip yang dijadikan sebagai pengujian.



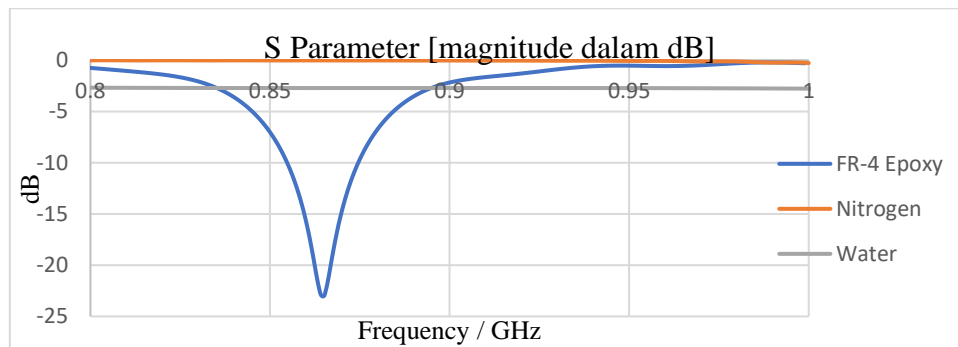
**Gambar 3.2 Rancangan Antena Mikrostrip Berdasarkan Rumus Perhitungan**

### 3.2.3 Analisa Kinerja

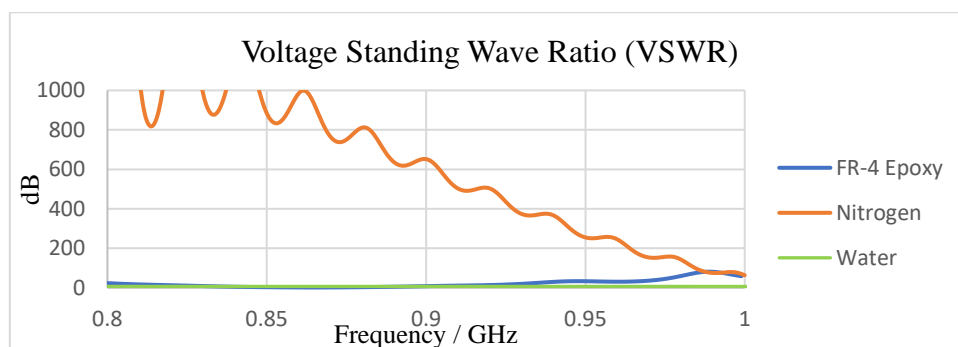
Pada tahap ini peneliti menganalisa parameter *return loss* dan VSWR apakah nilainya sesuai dengan spesifikasi antenna atau belum. Setelah dilakukan simulasi menggunakan CST STUDIO Suite di peroleh hasil dari nilai *return loss* dan VSWR sebagai berikut ditampilkan pada tabel 3.3. Pada ketiga material *substrate* tersebut masih memiliki nilai *Return loss* yang cukup besar. Nilai *return loss* yang nantinya digunakan harus kurang dari -10 dB. Hasil dari perbandingan nilai *return loss* sebelum dilakukannya optimassi dapat dilihat pada Gambar 3.3, sedangkan perbandingan dari nilai VSWR ditunjukkan pada Gambar 3.4. Pada parameter VSWR nilai dari ketiga material *substrate* masih memiliki nilai yang memiliki selisih banyak dengan nilai yang diinginkan yaitu antara 1 dB sampai 2 dB.

**Tabel 3.3 Perbandingan Parameter Antena**

Parameter Antena	Jenis Substrate		
	FR-4 Epoxy	Nitrogen	Water
<i>Return Loss</i>	-1,293 dB	-0,685 dB	-2,709 dB
VSWR	13,451 dB	25,354 dB	6,462 dB
<i>Gain</i>	-4,542 dBi	6,911 dBi	-34,216 dBi



**Gambar 3.3 Perbandingan *Return Loss***



**Gambar 3.4 Perbandingan VSWR**

### 3.2.4 Optimasi

Perancangan antenna *mikrostrip* yang dilakukan pada *software CST studio suite 2019* menunjukkan hasil yang tidak sesuai dengan harapan. Nilai *return loss*, VSWR dan nilai dari *Gain* antenna mikrostrip pada saat menggunakan hasil perhitungan menunjukkan bahwa antenna memiliki kinerja yang buruk. Tahapan optimasi digunakan untuk memperbaiki kinerja dari antenna mikrostrip sehingga sesuai dengan spesifikasi antenna yang di gunakan. Optimasi ini dilakukan pada ketiga rancangan mikrostrip menggunakan material *substrate* FR-4 Epoxy, Nitrogen dan Water. Optimasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengubah dimensi dari komponen antenna mikrostrip.

### 3.2.5 Analisa Parameter

Pada penelitian ini menggunakan *software CST studio suite 2019* dengan frekuensi kerja yaitu menggunakan frekuensi 920MHz. Frekuensi ini berlaku untuk setiap antenna mikrostrip pada bahan *substrate* yang berbeda. Parameter yang diteliti meliputi *return loss*, VSWR, *gain*, dan *directivity* pada antenna sebelum dilakukanya optimasi dan setelah dilakukan optimasi. Penelitian ini menggunakan 3 buah rancangan antenna mikrostrip yang memiliki perbedaan pada tiap bahan *substrate*-nya. Antenna pertama menggunakan bahan *substrate* jenis FR-4 Epoxy,

antena kedua menggunakan bahan *substrate* yaitu nitrogen, kemudian rancangan antena yang terakhir menggunakan bahan *substrate* yaitu *water*. Antena mikrostrip yang digunakan menggunakan antena mikrostrip berbentuk segiempat.