

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini akan mendesain antenna mikrostrip *bowtie* untuk diterapkan pada aplikasi LoRa dengan frekuensi sebesar 921,5 MHz. Tahap – tahap pada proses desain antenna ini yang pertama yaitu menentukan spesifikasi dari antenna yang dibutuhkan seperti menentukan material *Substrat*. Kedua yaitu melakukan perhitungan untuk menentukan ukuran dimensi antenna mikrostrip yang dirancang. Ketiga yaitu mensimulasikan hasil perhitungan dimensi antenna dengan mendesain pada *software CST Studio Suite 2023*. Parameter antenna yang memenuhi persyaratan diharapkan diperoleh dari hasil penelitian. Tahap perancangan desain antenna untuk melihat gambaran hasil dari kinerja antenna. Simulasi atau desain awal antenna, biasanya menghasilkan parameter yang tidak langsung mendapatkan hasil parameter sesuai dengan antenna yang baik. Oleh karena itu, perlunya dilakukan Optimasi agar mendapatkan hasil yang optimal. Bab 3 ini akan menjelaskan tahapan awal perancangan antenna sampai proses simulasi desain antenna mikrostrip *bowtie* dengan menghasilkan nilai dari *Return loss*, *VSWR*, *Gain*, dan *Bandwidth*.

#### **3.1 ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN**

Perancangan antenna menggunakan alat dan *software* untuk membantu dalam pembuatan penelitian ini, seperti:

1. *CST Studio Suite 2023*

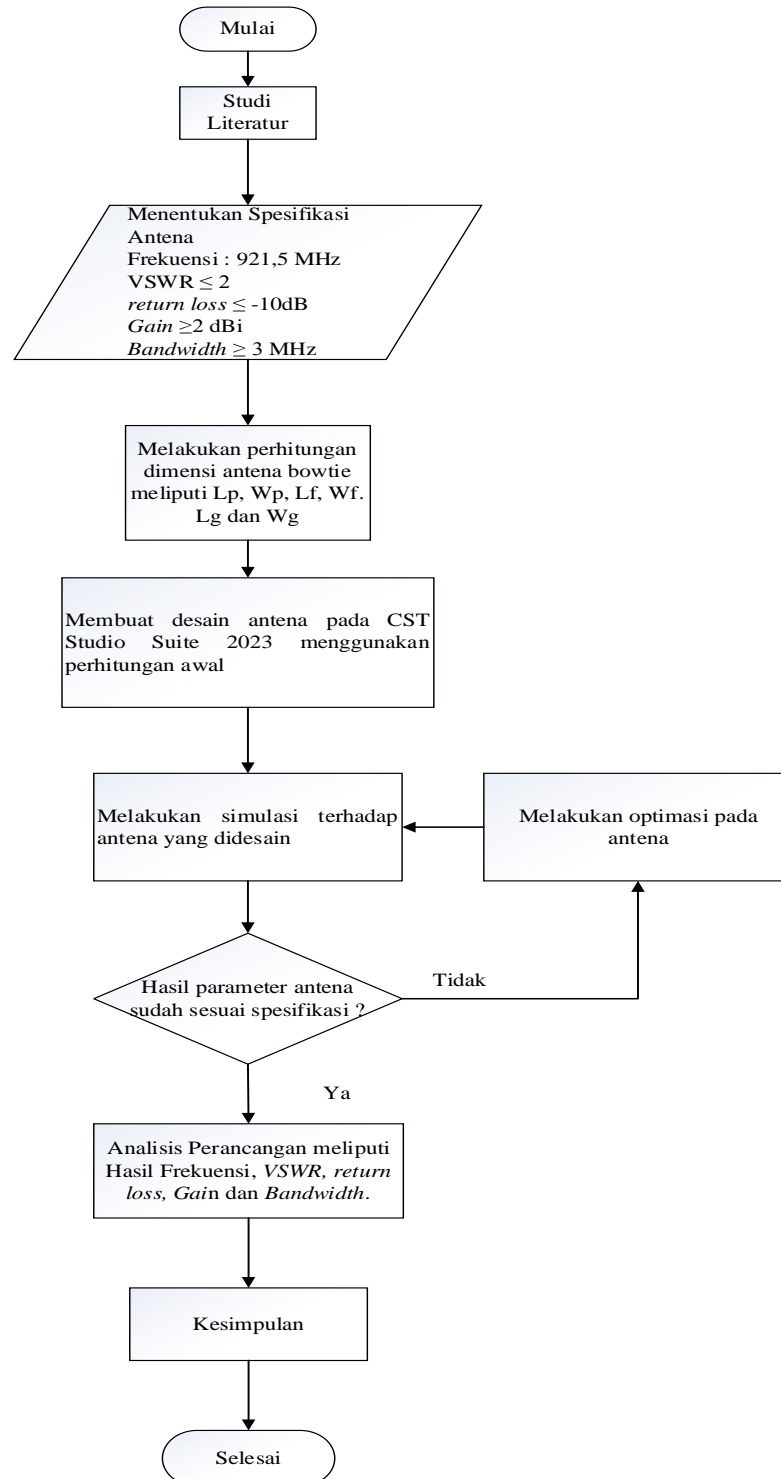
Suatu perangkat lunak simulator *CST Studio Suite 2023* digunakan untuk melakukan pembuatan perancangan desain antenna dengan cara simulasi. Aplikasi ini dapat digunakan untuk merancang, menganalisis, serta mengoptimalkan komponen dan sistem elektromagnetik.

2. Laptop/PC

Proses simulasi pada aplikasi *CST Studio Suite 2023* menggunakan laptop dengan processor AMD A12-9720P dan RAM sebesar 4 GB

### 3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian ini melalui beberapa tahapan. Secara umum, tahapan alur penelitian yang dilakukan seperti digambarkan pada gambar 3.1 berikut



**Gambar 3.1** Flowchart Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yang diawali dengan melakukan *studi literature* guna mendukung teori perancangan antenna yang akan dibuat, baik menggunakan buku referensi maupun menggunakan paper-paper dari jurnal yang telah dipublikasi. Kemudian, menentukan spesifikasi antenna sesuai dengan kebutuhan penggunaan dimana dalam penelitian ini diperuntukan sebagai antenna LoRa. Setelah itu dilakukan perhitungan dimensi antenna sebagai pendekatan awal sebelum dilakukan desain antenna tersebut. Dimensi antenna yang dihitung yaitu meliputi panjang *patch* ( $L_p$ ), lebar *patch* ( $W_p$ ), panjang *Feedline* ( $L_f$ ), lebar *Feedline* ( $W_f$ ), panjang *Groundplane* ( $L_g$ ) dan lebar *Groundplane* ( $W_g$ ). Rumus dari perhitungan dimensi antenna didapatkan dari jurnal yang telah dipublikasi. Setelah didapatkan nilai dimensi antenna melalui perhitungan, dilakukan pemodelan antenna atau desain menggunakan perangkat lunak atau *software CST Studio Suite 2023*.

Jika desain awal tersebut belum memenuhi spesifikasi rancangan antenna, maka dilakukan iterasi untuk memperbaiki parameter antenna yang belum sesuai spesifikasi rancangan. Iterasi tersebut dilakukan dengan cara optimasi pada desain awal antenna. Setelah perancangan antenna sudah mencapai spesifikasi yang diinginkan, selanjutnya dilakukan analisis hasil perancangan antenna berupa perbedaan hasil perhitungan dan hasil perancangan simulasi, serta menganalisis penyebab adanya perbedaan tersebut.

### 3.3 PENENTUAN SPESIFIKASI ANTENA

Adapun spesifikasi antenna dalam perancangan desain antenna mikrostrip dengan berjenis *bowtie* atau dasi kupu-kupu yang akan digunakan dalam aplikasi LoRa, maka antenna ini memiliki spesifikasi dari antenna yang diharapkan sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Persyaratan Pada Perancangan Antena[10]**

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Frekuensi Kerja    | 921,5 MHz     |
| VSWR               | $\leq 2$      |
| <i>Return loss</i> | $\leq -10$ dB |
| <i>Bandwidth</i>   | $\geq 3$ MHz  |
| <i>Gain</i>        | $\geq 2$ dBi  |

### 3.4 PENENTUAN SPESIFIKASI BAHAN ANTENA

Pada saat melakukan simulasi desain antenna, pemilihan bahan antenna yang digunakan mempengaruhi juga terhadap hasil simulasi. Bahan antenna meliputi bahan dari *patch* dan *Substrat* yang digunakan. *Substrat* merupakan bahan dielektrik yang mempunyai porsi terbanyak pada struktur keseluruhan perancangan antenna mikrostrip. Berikut merupakan bahan/material yang digunakan dalam proses perancangan, simulasi dan pembuatan antenna mikrostrip *bowtie*:

**Tabel 3.2 Spesifikasi Bahan yang Digunakan[10]**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Bahan <i>Substrat</i>                    | <i>FR4 Epoxy fiberglass</i> |
| Konstanta Dielektrik ( $\epsilon r$ )    | 4,4                         |
| Ketebalan Dielektrik <i>Substrat</i> (h) | 1,6 mm                      |
| Bahan <i>Patch</i>                       | <i>Copper epoxy</i>         |
| Ketebalan tembaga/ (t)                   | 0,035 mm                    |

### 3.5 PENENTUAN DIMENSI DESAIN ANTENA

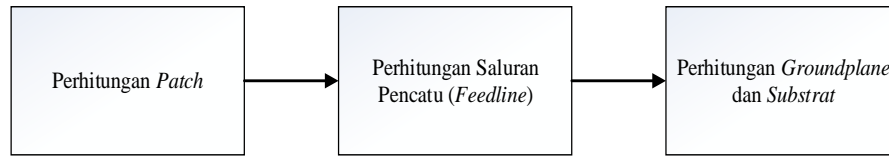
Perancangan antenna mikrostrip dapat bekerja pada aplikasi LoRa dengan rentang frekuensi 920-923 MHz. Dengan demikian, frekuensi tengah yang dimiliki pada rentang yang ditetapkan dapat ditentukan dengan rumus yang ada di persamaan (2.2).

$$F_c = \frac{F_h - F_L}{2} = \frac{923 - 920}{2} = 1,5 \text{ MHz}$$

Dari nilai frekuensi tengah tersebut, dapat dilakukan perhitungan untuk frekuensi kerja antenna yang digunakan yaitu dengan cara

$$\text{Frekuensi kerja} = F_L + F_c = 920 + 1,5 \text{ MHz} = 921,5 \text{ MHz}$$

Frekuensi ini akan menjadi nilai frekuensi dalam menentukan dimensi pada perhitungan dimensi desain antenna. Pada frekuensi kerja tersebut diharapkan antenna memiliki nilai parameter sesuai dengan spesifikasi awal yang telah ditentukan sebelumnya. Pada tahap awal, dilakukan perhitungan untuk menentukan dimensi desain antenna yang akan dibuat seperti pada gambar 3.2 berikut:



**Gambar 3.2 Urutan Perhitungan Dimensi Antena**

### 1. Menghitung Antena

Perhitungan antena dari sisi a atau sisi miring pada sisi *bowtie* menggunakan rumus pada persamaan 2.13 berikut.

$$a = \frac{2(3 \times 10^8)}{2(921.5)(10^6)\sqrt{4.4}} = 0,155202 \text{ m} = 155,202 \text{ mm}$$

Kemudian, dilakukan perhitungan panjang sisi efektif untuk menentukan panjang dan lebar dari patch tersebut seperti pada persamaan 2.14.

$$a_{eff} = 155,2 + \frac{1.6}{\sqrt{4.4}} = 155,962 \text{ mm}$$

Nilai  $a_{eff}$  akan digunakan untuk mencari nilai panjang patch ( $L_p$ ) dan lebar patch ( $W_p$ ) menggunakan persamaan cos dan sin dengan nilai  $\theta = 22,5^\circ$  seperti pada persamaan 2.14 dan 2.15 berikut.

$$\begin{aligned} L_p &= 2 (155,962) \sin 22,5 \\ &= 119,368 \text{ mm} \\ W_p &= 2 (155,962) \cos 22,5 \\ &= 288.180 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 2. Menghitung Dimensi Saluran Pencatu dengan impedansi saluran 50 $\Omega$

Untuk mendapatkan nilai lebar saluran pencatu ( $W_f$ ), terlebih dahulu menentukan nilai impedansi saluran ( $B$ ) dengan impedansi saluran catu ( $Z_0$ ) 50  $\Omega$  menggunakan persamaan 2.16 dan 2.17.

$$B = \frac{377\pi}{2(50)\sqrt{4.4}} = 5,646$$

$$W_f = \frac{2(1,6)}{3,14} \left\{ 5,646 - 1 - \ln(2(5,646) - 1) + \frac{4,4-1}{2(4,4)} \left\{ \ln(5,646 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right\} \right\} = \frac{9,616665545}{3,14} = 3,061 \text{ mm}$$

Karena  $\frac{3,061}{1,6} = 1,91$

$\frac{W_f}{h} \geq 1$  maka menggunakan persamaan 2.19.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{eff} &= \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} + \left( 1 + \frac{12(1,6)}{1,909} \right)^{0,5} \\ &= 7,725 \end{aligned}$$

Menggunakan nilai frekuensi kerja = 921.5 MHz, dilakukan perhitungan nilai panjang gelombang di udara ( $\lambda_0$ ) dan panjang gelombang *Substrat* ( $\lambda_g$ ) menggunakan persamaan 2.20 dan 2.21.

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{(921,5)(10^6)} = 0,32555 \text{ m} = 325,55 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{325,55}{\sqrt{7,725}} = 117,13 \text{ mm}$$

Sehingga didapatkan nilai panjang saluran pencatu ( $L_f$ ) menggunakan persamaan 2.22 berikut.

$$L_f = \frac{1}{4}(117,13) = 28,283 \text{ mm}$$

### 3. Menghitung *Groundplane* dan *Substrat*

Menentukan panjang *Groundplane* dan *Substrat* menggunakan persamaan 2.23 dengan nilai  $L = 119,368 \text{ mm}$  dan  $h = 1,6 \text{ mm}$

$$L_g = 119,368 + 6(1,6) = 128,968 \text{ mm}$$

Menentukan panjang *Groundplane* dan *Substrat* menggunakan persamaan 2.24 dengan nilai  $W = 288,180 \text{ mm}$  dan  $h = 1,6 \text{ mm}$

$$W_g = 288,180 + 6(1,6) = 297,78 \text{ mm}$$

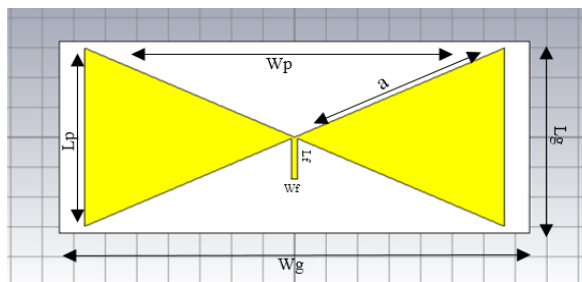
Dari hasil perhitungan di atas, nilai dimensi antenna mikrostrip *bowtie* dapat ditunjukkan pada tabel 3.3 berikut:

**Tabel 3.3 Nilai Dimensi Antena Berdasarkan Perhitungan**

| Komponen                                       | Simbol          | Dimensi (mm) |
|--|-----------------|--------------|
| Lebar <i>bowtie</i>                            | a               | 155,202      |
| Panjang <i>Patch</i>                           | $L_p$           | 119,368      |
| Lebar <i>Patch</i>                             | $W_p$           | 288,180      |
| Panjang <i>feeder</i> (pencatu)                | $L_f$           | 28,283       |
| Lebar <i>feeder</i> (pencatu)                  | $W_f$           | 3,061        |
| Panjang <i>Groundplane</i> dan <i>Substrat</i> | $L_g$ dan $L_s$ | 128,968      |
| Lebar <i>Groundplane</i> dan <i>Substrat</i>   | $W_g$ dan $W_s$ | 297,78       |

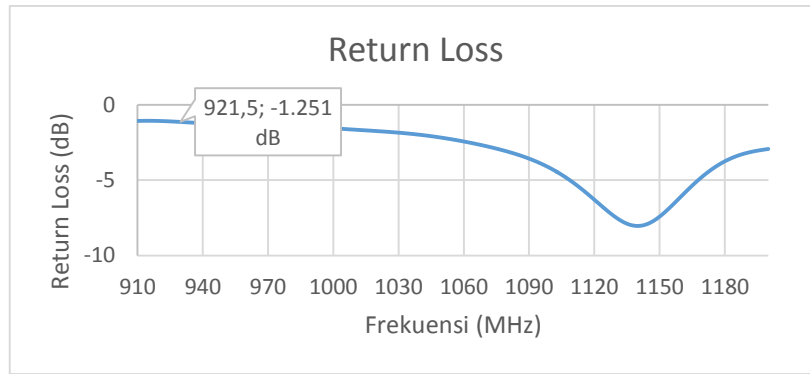
### 3.6 PERANCANGAN DESAIN ANTENA

Penelitian ini dilakukan dengan merancang antenna mikrostrip dengan bentuk *bowtie* menggunakan *software CST Studio Suite 2023*. Perancangan dilakukan melalui simulasi berdasarkan hasil perhitungan dan penentuan jenis bahan antenna yang digunakan. Pada gambar 3.3 ditampilkan rancangan awal antenna berdasarkan ukuran dimensi perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 3.3.



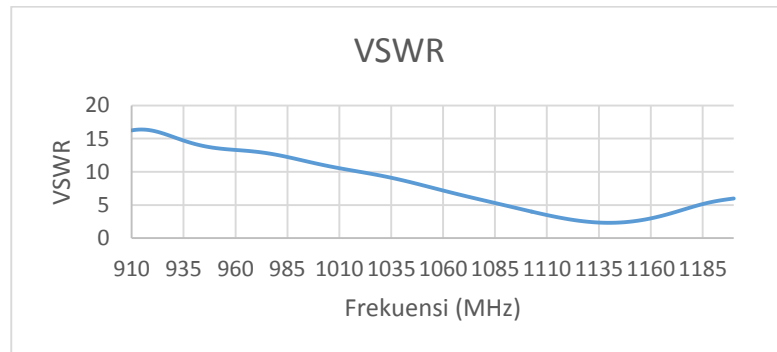
**Gambar 3.3 Desain awal antenna *bowtie***

Setelah dilakukan desain awal antenna, selanjutnya disimulasikan untuk melihat hasil rancangan antenna yang meliputi nilai *Return loss*, *VSWR*, dan *Gain* antenna. Rancangan antenna yang dibuat berdasarkan perhitungan biasanya belum memperoleh nilai dari spesifikasi rancangan antenna yang sesuai untuk kinerja yang diinginkan. Berikut merupakan hasil simulasi rancangan awal antenna *bowtie* pada frekuensi 921,5 MHz.



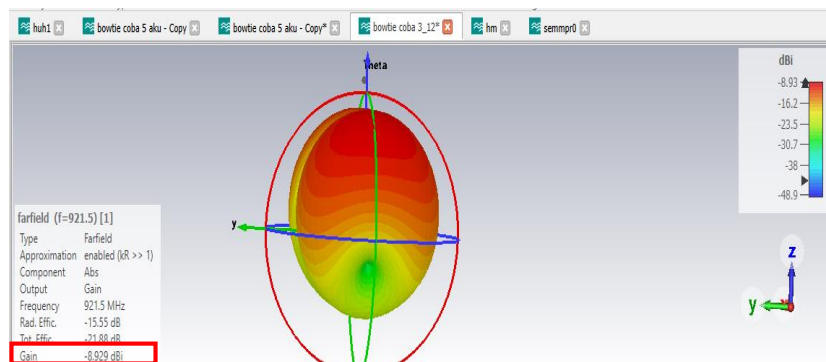
**Gambar 3.4 Hasil Parameter Nilai *Return loss***

Hasil simulasi nilai *Return loss* ditunjukkan pada gambar 3.4 frekuensi kerja berada di 1140 MHz dengan nilai -1,251 dB pada frekuensi 921,5 MHz



**Gambar 3. 5 Hasil Parameter Nilai *VSWR***

Pada frekuensi 921,5 MHz dari desain awal antenna berdasarkan perhitungan memperoleh nilai *VSWR* sebesar 13,903 ditunjukkan pada gambar 3.5.



**Gambar 3.6 Hasil Parameter Nilai *Gain***



Berdasarkan gambar 3.6 hasil rancangan awal antenna mendapatkan nilai *Gain* sebesar -8,929 dBi. Perancangan desain awal antenna mikrostrip *bowtie* memperoleh nilai parameter seperti yang dicantumkan pada tabel 3.4 berikut:

**Tabel 3.4 Hasil Parameter Desain Awal Antena**

|                    |            |
|--------------------|------------|
| <i>Return loss</i> | -1,251 dB  |
| <i>VSWR</i>        | 13,903     |
| <i>Gain</i>        | -8,929 dBi |

Nilai dari *Bandwidth* antenna belum didapatkan, karena hasil simulasi dari nilai *Return loss* atau *VSWR* belum memenuhi spesifikasi antenna. Hasil dari perancangan antenna dapat dimaksimalkan untuk mendapatkan nilai yang memenuhi spesifikasi dengan cara melakukan optimasi. Optimasi antenna dilakukan dengan cara menyesuaikan desain antenna sehingga diperoleh hasil parameter terbaik yang sesuai dengan spesifikasi rancangan antenna. Proses optimasi dilakukan menggunakan metode parameter *sweep*, dimana dilakukan beberapa iterasi sekaligus hingga diperoleh hasil yang diinginkan. Selain itu, dapat dilakukan teknik pencatuan yang lain untuk mendapatkan hasil yang maksimal untuk LoRa.