

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Dalam merancang antena mikrostrip *rectangular* menggunakan perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) untuk menunjang jalannya penelitian ini serta bahan yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data perhitungan untuk merancang antena. Adapun perangkat dan bahas yang digunakan ialah sebagai berikut :

##### 1) Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah :

1. *Software* simulator CST *Studio Suite 2023*. *Software* simulasi CST *Studio Suite 2023* ini dapat melihat nilai parameter – parameter dari antena tersebut seperti *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain*, dan pola radiasi.
2. *Microsoft Excel* digunakan untuk mengolah data hasil simulasi dan hasil pengukuran.

##### 2) Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam proses penelitian ini ialah sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat keras**

<i>Device Name</i>	DESKTOP-DSVKAC0
<i>Processor</i>	Intel(R) Core(TM) i3-2330M CPU @ 2.20GHz 2.20 GHz
<i>Installed RAM</i>	4.00 GB
<i>System Type</i>	64-bit operating system, x64-based processor

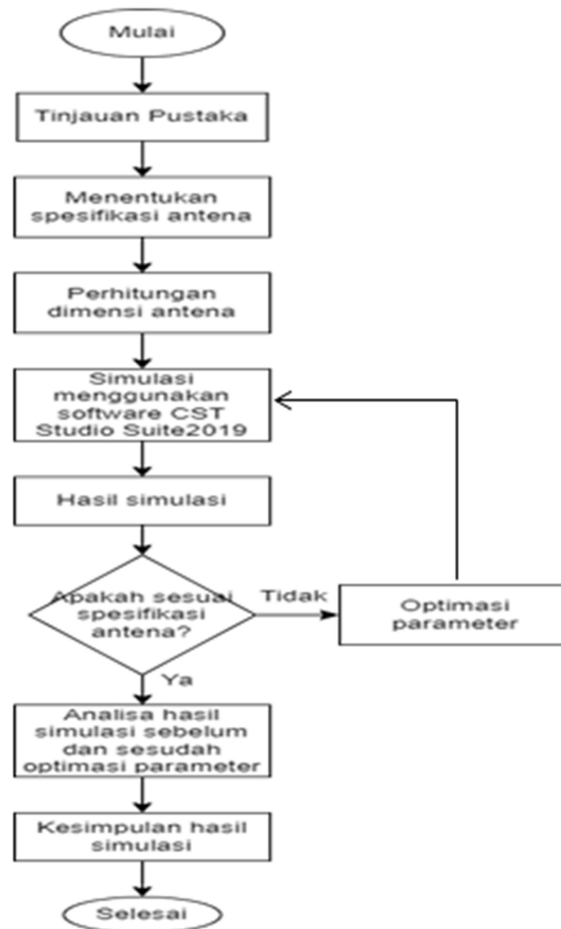
##### 3) Data Perhitungan

Data perhitungan dimensi antena didapatkan dari hasil rumus perhitungan yang disesuaikan dengan frekuensi kerja antena serta spesifikasi bahan yang digunakan. Dari data hasil perhitungan tersebut menjadi langkah awal untuk

memulai merancang antenna mikrostrip *rectangular*. Parameter yang diperoleh saat simulasi desain antenna awal tidak serta merta menyediakan antenna yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan sehingga perlunya integrasi antenna untuk mencapai kinerja yang optimal.

### 3.2 ALUR PENELITIAN

Alur pada penelitian ini yaitu perhitungan dimensi antenna, perancangan dengan menggunakan *software CST Studio Suite 2023*, menguji hasil dari simulasi, analisa hasil pengujian dan diakhiri dengan membuat kesimpulan dari hasil data dan analisa yang telah diperoleh.

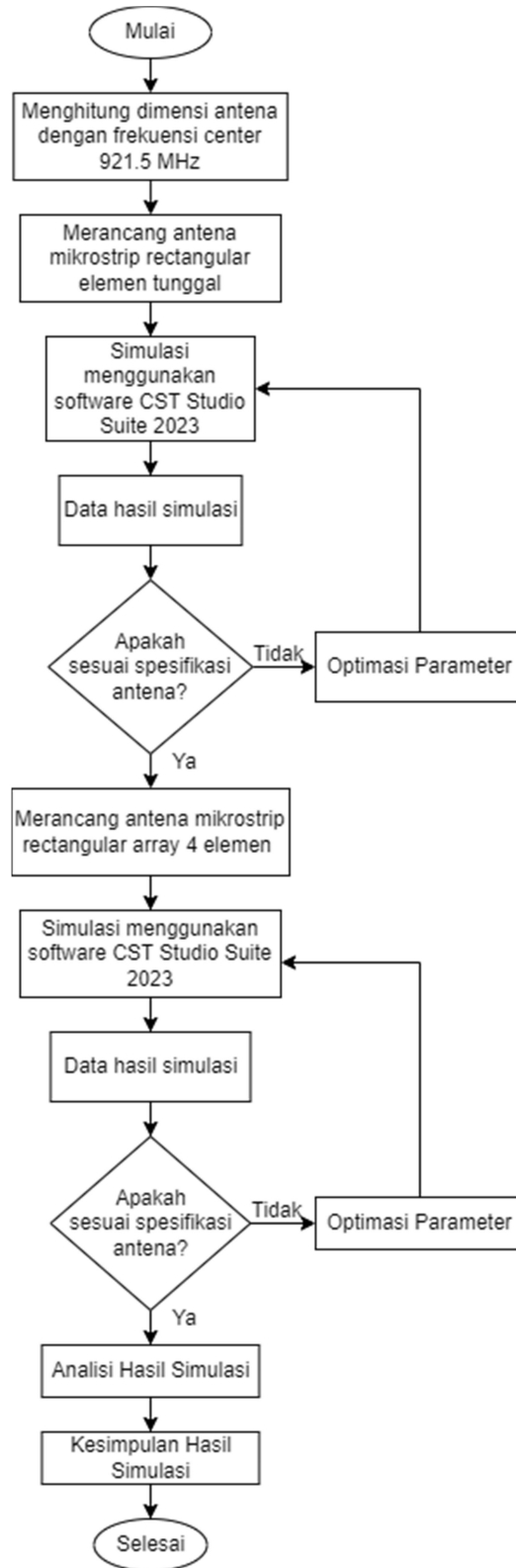


**Gambar 3.1** *Flowchart* Alur Penelitian

Pada perancangan desain antenna mikrostrip *rectangular* pada LoRa dengan frekuensi kerja 921,5 MHz, tahap yang dilakukan terlebih dahulu yaitu melakukan tinjauan pustaka untuk mendapatkan referensi sebagai sumber acuan penelitian lebih lanjut, kemudian antenan yang dilakukan perancangan ditentukan

spesifikasinya. Spesifikasi antena yaitu bahan antena yang telah ditentukan dan kemudian digunakan pada bahan dasar dan karakteristik operasional kemudian diamati menggunakan *return loss*, VSWR, *bandwidth*, *gain*, dan pola radiasi. Untuk tahap selanjutnya yaitu menghitung dimensi antena menggunakan bahan substrat dan *patch* yang digunakan diantaranya menentukan panjang dan lebar *patch*, panjang dan lebar *groundplane*, serta saluran pencatu (*feedline*). Selanjutnya dilakukan desain antena menggunakan *software* simulasi CST *Studio Suite* 2023. Dari hasil simulasi atau pemodelan selanjutnya disesuaikan dengan spesifikasi dari antena yang telah ditentukan sebelumnya. Antena dengan spesifikasi yang sesuai dapat dilakukan analisa, namun pada spesifikasi antena yang tidak sesuai akan dilakukan optimasi parameter sampai menghasilkan spesifikasi yang direncanakan atau ditentukan sebelumnya.

Adapun, alur perancangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.2** *Flowchart* Alur Perancangan

### 3.3 SPESIFIKASI BAHAN ANTENA MIKROSTRIP

Antena mikrostrip yang dirancang pada penelitian ini berbentuk *rectangular patch* dengan menggunakan metode antena *array 2x2* atau 4 elemen pada antena LoRa-*gateway* penerima yang bekerja pada frekuensi 921,5 MHz. Adapun spesifikasi bahan antena yang digunakan dalam perancangan penelitian ini sebagai berikut :

**Tabel 3.2 Spesifikasi bahan antena**

No	Spesifikasi antena	Keterangan
1	Bentuk <i>patch</i>	<i>Rectangular</i>
2	Frekuensi kerja	921,5 MHz
3	Impedansi Masukan ( $Z_0$ )	50 $\Omega$
4	Konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ )	4,3
5	Ketebalan <i>patch</i> (t)	0,035 mm
6	Ketebalan substrat (h)	1,6 mm
7	Bahan substrat	FR-4
8	Bahan <i>patch</i>	<i>Copper epoxy</i>

Pada tabel 3.2 merupakan bahan - bahan dari antenna mikrostrip yang digunakan pada perancangan antena mikrostrip *rectangular* yang akan disimulasikan. Perancangan antena mikrostrip *rectangular* menggunakan substrat berjenis FR-4 *epoxy* dengan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) 4,3. Pemilihan substrat FR-4 ini dikarenakan memenuhi persyaratan pada antena mikrostrip dan memiliki keunggulan yaitu dengan harganya yang murah jika ingin difabrikasi. Selain itu pemilihan substrat dapat berpengaruh pada kinerja dan dimensi dari sebuah antena mikrostrip. Sedangkan pada *groundplane*, *patch*, dan saluran pencatu menggunakan bahan berupa tembaga (*copper*) dikarenakan mudah untuk ditemukan serta memiliki konduktivitas yang cukup baik.

### 3.4 SPESIFIKASI PARAMETER ANTENA

Berdasarkan tabel 3.3 menunjukkan spesifikasi parameter yang harus diperoleh dari hasil perancangan antena mikrostrip *rectangular* dengan frekuensi *center*

921,5 MHz dari *range* frekuensi 920 – 923 MHz pada antenna LoRa-gateway penerima.

**Tabel 3.3 Spesifikasi parameter antenna**

Parameter	Keterangan
Frekuensi Kerja	920 – 923 MHz
Frekuensi Tengah	921.5 MHz
<i>Return Loss</i>	$\leq - 10$ dB
VSWR	$\leq 2$
<i>Bandwidth</i>	3 MHz
<i>Gain</i>	$\geq 3$ dBi
Pola radiasi	<i>Omnidirectional</i>

### 3.5 PERHITUNGAN DIMENSI ANTENA

Perhitungan dimensi antenna digunakan untuk mengetahui nilai dari ukuran antenna yang akan dirancang menggunakan *software* simulasi CST *Studio Suite 2023*. Perhitungan dimensi antenna berupa dimensi *patch*, saluran pencatu (*feedline*), substrat dan *groundplane*. Perhitungan dimensi antenna mikrostrip *rectangular* yaitu :

Menghitung Lebar *patch* ( $W_p$ ) melalui rumus persamaan (2.1) :

$$W_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 921,5 \times 10^6 \sqrt{\frac{4,3+1}{2}}} = 0,0999993m = 99,993mm$$

Menghitung panjang *patch* ( $L_p$ ) melalui rumus (2.2), (2.3), (2.4), (2.5) :

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3-1}{2} \left( 1 + 12 \frac{1,6}{99} \right)^{-\frac{1}{2}} = 4,161$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \left( \frac{4,161+0,3}{4,161-0,258} \right) \left( \frac{\frac{99}{1,6} + 0,264}{\frac{99}{1,6} + 0,8} \right) = 0,000747m = 0,747mm$$

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 921,5 \times 10^6 \sqrt{4,161}}$$

$$L_{eff} = 0,079m$$

$$L_{eff} = 79,798mm$$

Maka nilai  $L_p$ , ialah

$$L_p = 79.789 - 2(0,747)$$

$$L_p = 78.304mm$$

Menghitung lebar *groundplane* ( $W_g$ ) melalui rumus (2.7):

$$W_g = 2xW_p$$

$$W_g = 2x99$$

$$W_g = 199,986mm$$

Menghitung panjang *groundplane* ( $L_g$ ) melalui rumus (2.6) :

$$L_g = 2xL_p$$

$$L_g = 2x77,5$$

$$L_g = 156.608mm$$

Menghitung lebar saluran pencatu dengan impedansi saluran ( $Z_0$ ) =  $50\Omega$  melalui rumus (2.10), (2.9) :

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

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

$$B = 5,711$$

Maka nilai  $W_f$  ialah :

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left( B - 1 - \ell_n(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \right) \ell_n(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}$$

$$W_f = \frac{2(1,6)}{3,14} \left( 5,711 - 1 - \ell_n(2(5,711) - 1) + \frac{4,3 - 1}{2(4,3)} \right) \ell_n(5,711 - 1)$$

$$+ 0,39 - \frac{0,61}{4,3}$$

$$W_f = 4,874mm$$

Menghitung panjang saluran pencatu dengan impedansi saluran ( $Z_0$ ) =  $50\Omega$  melalui rumus (2.8) :

$$\lambda_g = \frac{c}{f_0 \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda_g = \frac{3 \times 10^8}{921,5 \times 10^6 \sqrt{4,3}}$$

$$\lambda_g = 0.156997m = 156,997mm$$

Maka nilai  $L_f$ , ialah ;

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

$$L_f = \frac{156,997}{4}$$

$$L_f = 39,249mm$$

Setelah hasil perhitungan dimensi antenna mikrostrip *rectangular* didapatkan melalui rumus perhitungan yang telah ditentukan, maka dengan hasil dimensi perhitungan tersebut akan digunakan sebagai langkah selanjutnya untuk merancang antenna mikrostrip *rectangular* menggunakan *software CST Studio Suite 2023*.

**Tabel 3.4 Hasil perhitungan dimensi antenna**

No	Dimensi antenna	Simbol	Ukuran (mm)
1	Lebar <i>patch</i>	$W_p$	99.993 mm
2	Panjang <i>patch</i>	$L_p$	78,304 mm
3	Lebar <i>groundplane</i>	$W_g$	199.986 mm
4	Panjang <i>groundplane</i>	$L_g$	156,608 mm
5	Lebar <i>feedline</i>	$W_f$	4,874 mm
6	Panjang <i>feedline</i>	$L_f$	39,294 mm

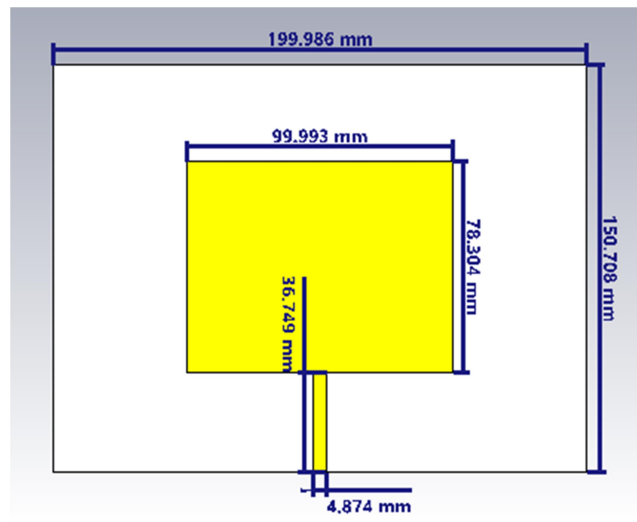
### 3.6 DESAIN PERANCANGAN AWAL ANTENA

Perancangan antenna dilakukan menggunakan *software simulator CST Studio Suite 2023*. Langkah awal yang harus dilakukan ialah merancang antenna mikrostrip *rectangular patch* berdasarkan perhitungan dimensi antenna yang telah diperoleh melalui rumus yang telah ditentukan. Kemudian memilih bahan antenna sesuai yang direncanakan. Setelah perancangan antenna dilakukan, maka tahap berikutnya ialah melakukan *start simulation* agar didapatkan parameter yang diinginkan.



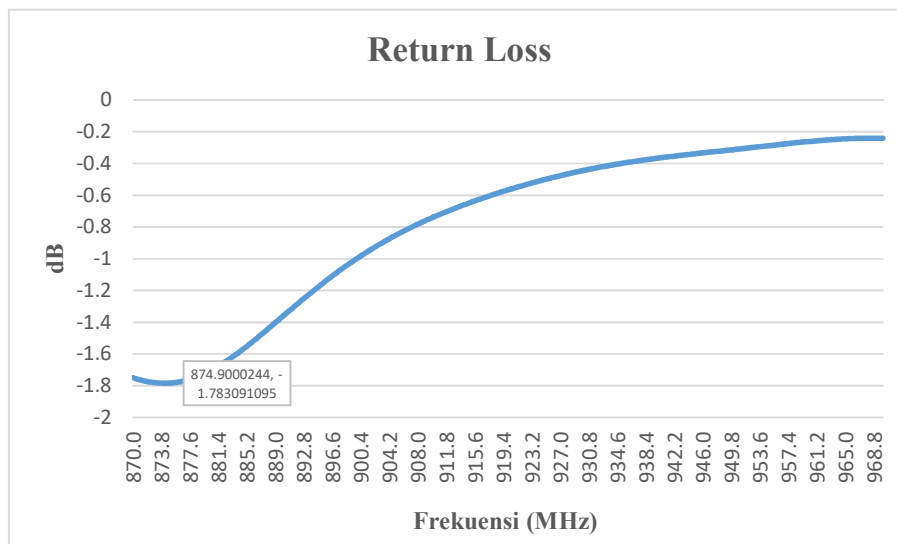
Namun hasil parameter dari perancangan awal berdasarkan perhitungan dimensi antenna belum memenuhi karakteristik dan spesifikasi antenna yang ditentukan , sehingga harus melakukan proses optimasi dimensi. Proses Optimasi dimensi antenna dilakukan secara bertahap untuk mempermudah menganalisa perubahan hasil parameter antenna.

Berikut hasil perancangan awal antenna mikrostrip *patch rectangular* pada antenna LoRa-*gateway* penerima dengan frekuensi 921,5 MHz.



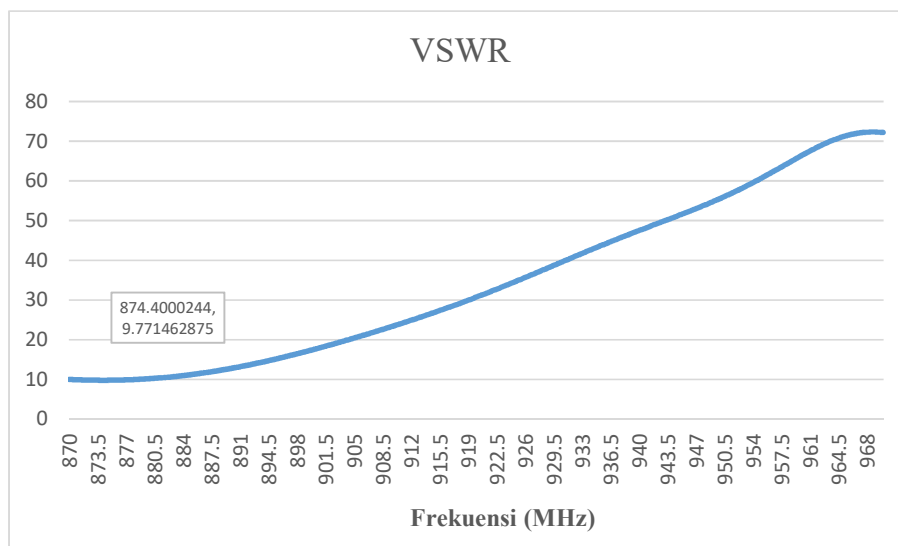
**Gambar 3. 3 Perancangan awal sesuai perhitungan**

Gambar 3.3 merupakan desain antenna mikrostrip *rectangular patch* yang diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan rumus yang sudah ditetapkan. Dari hasil perancangan antenna tersebut akan dilihat hasil parameter berupa *return loss*, VSWR, *gain*, dan pola radiasi apakah mencapai spesifikasi parameter antenna mikrostrip *rectangular* LoRa-*gateway* penerima yang bekerja di frekuensi kerja 921,5 MHz pada rentang frekuensi 920 - 923 MHz.



**Gambar 3. 4 Nilai *Return Loss***

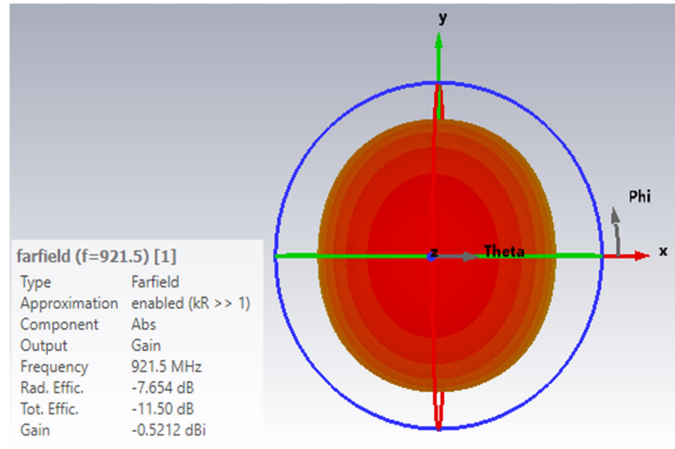
Berdasarkan hasil parameter *Return Loss* yang didapatkan dari perancangan antenna mikrostrip *rectangular patch* berdasarkan rumus perhitungan dimensi antenna diperoleh nilai *Return Loss* sebesar -8,900 dB pada frekuensi 874 MHz. Nilai *Return Loss* tersebut belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu kurang dari -10 dB dan kurva parameter *Return Loss* belum berada di frekuensi 921,5 MHz



**Gambar 3. 5 Nilai VSWR**

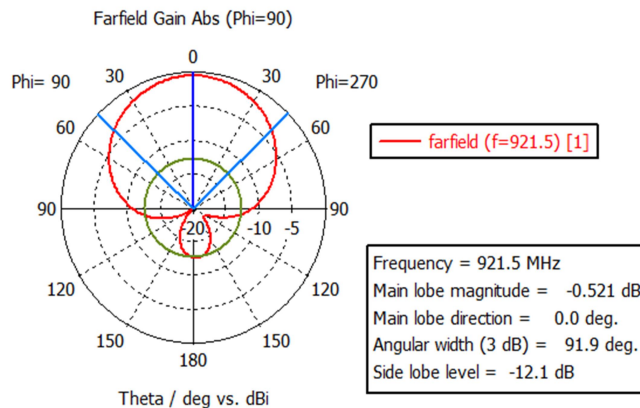
Dari hasil perancangan desain awal antenna mikrostrip *rectangular* berdasarkan rumus perhitungan dimensi antenna maka hasil parameter VSWR didapatkan ialah

sebesar 2,119. Berdasarkan spesifikasi parameter VSWR yang diinginkan yaitu kurang dari 2 maka nilai VSWR yang didapatkan dari perancangan antenna mikrostrip *rectangular patch* berdasarkan rumus perhitungan masih belum memenuhi ketentuan spesifikasi parameter antenna.



**Gambar 3. 6 Nilai Gain**

Berdasarkan gambar 3.6 menunjukkan nilai *gain* yang didapatkan dari hasil perancangan antenna sesuai rumus perhitungan dimensi ialah sebesar -0,5212 dBi. Nilai *gain* tersebut belum memenuhi spesifikasi parameter *gain* antenna sebesar lebih dari 3 dBi agar antenna dapat menerima atau mengirim sinyal.



**Gambar 3. 7 Parameter Pola Radiasi Unidirectional**

Gambar 3.7 merupakan bentuk pola radiasi *unidirectional* yang dihasilkan dari perancangan antenna mikrostrip *rectangular patch* elemen tunggal berdasarkan rumus perhitungan dimensi antenna. Bentuk pola radiasi yang didapatkan belum sesuai dengan spesifikasi parameter yang diinginkan karena bentuk pola radiasi

yang didapatkan tidak pola radiasi berbentuk *omnidirectional* sehingga antena tidak dapat menerima sinyal dari segala arah.