

**LAPORAN PROJECT AKHIR**  
**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP PADA ALTIMETER**  
**UNTUK PERINGATAN KETINGGIAN PARALAYANG**

Diajukan sebagai syarat kelulusan mata kuliah Perancangan dan Pabrikasi Antena



Disusun oleh :

Damelia

1803421013

**LABORATORIUM TELEKOMUNIKASI**  
**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2020**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kebesaran dan limpahan nikmat yang diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan project akhir “Perancangan Antena Mikrostrip Pada Altimeter Untuk Peringatan Ketinggian Paralayang”. Penulisan laporan ini diajukan untuk mendukung proses pembelajaran dalam program studi Broadband Multimedia dan sebagai syarat kelulusan mata kuliah Perancangan dan Pabrikasi Antena.

Terselesaikannya laporan ini, bukan hanya kemampuan penulis semata. Melainkan karena adanya dukungan dan bantuan dari pihak-pihak terkait. Rasa terima kasih penulis sampaikan terutama kepada Ibu Fitri Elvira Ananda, S.T.,M.T. selaku dosen mata kuliah Perancangan dan Pabrikasi Antena dan teman-teman Broadband Multimedia yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar selanjutnya penulis dapat menulis laporan yang lebih baik dari sebelumnya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini bermanfaat.

Bekasi, 26 Juni 2020

Penulis

## **Damelia**

Prodi D4 Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.  
Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16424

### **ABSTRAK**

Altimeter adalah sebuah alat pada objek terbang seperti pesawat, paralayang atau drone yang dapat mengukur objek ketinggian dengan memantulkan gelombang radio ke permukaan tanah maupun permukaan laut lalu dipantulkan kembali dengan menerima sinyal gema setelah durasi waktu tergantung pada kecepatan objek. Antena yang dibutuhkan untuk digunakan pada altimeter adalah antena yang mampu menghasilkan pola radiasi unidireksional dengan bandwidth yang lebar. Antena mikrostrip dipilih karena kelebihanannya yaitu memiliki masa ringan dan mudah untuk dipabrikasi.

Tugas akhir ini merancang dan merealisasikan antena mikrostrip untuk aplikasi altimeter. Perancangan dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak *CST Microwave Studio Suite 2018* untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan melalui simulasi. Antena yang dirancang untuk mampu bekerja pada frekuensi 4.3 GHz, dengan  $\text{return loss} < -10 \text{ dB}$ ,  $\text{VSWR} \leq 1.8$ ,  $\text{gain} \geq 2 \text{ dB}$ , dan pola radiasi unidireksional. Substrat yang digunakan adalah FR-4 (*lossy*) dengan konstanta dielektrik sebesar 4.4 dan ketebalan sebesar 1.6 mm. Antena hasil realisasi perancangan memiliki *return loss* sebesar -10.2336 dB, VSWR sebesar 1.8894, *gain* sebesar 2.287 dB dan pola radiasi unidireksional.

**Kata kunci:** Altimeter, Antena Mikrostrip, 4.3 GHz, Paralayang.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR PERSAMAAN .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat .....	1
1.2.1 Tujuan .....	1
1.2.2 Manfaat .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi .....	2
1.5.1 Metode Studi Pustaka .....	2
1.5.2 Metode Perhitungan.....	2
1.5.3 Metode Eksperimen.....	2
1.5.4 Metode Analisa.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Pengertian Antena.....	4
2.2 Antena Mikrostrip .....	4
2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip .....	4
2.2.2 Karakteristik Dasar Antena Mikrostrip .....	5
2.2.2.1 Patch .....	5
2.2.2.2 Substrat .....	5
2.2.2.3 Ground Plane .....	6
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip.....	6
2.2.4 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip.....	6

2.3 Parameter Umum Antena Mikrostrip .....	7
2.3.1 Dimensi Antena .....	7
2.3.2 Impedansi Masukan .....	8
2.3.3 <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> (VSWR) .....	9
2.3.4 <i>Return Loss</i> .....	10
2.3.5 <i>Bandwidth</i> .....	11
2.3.6 <i>Directivity</i> .....	11
2.3.7 <i>Gain</i> .....	12
2.3.8 Pola Radiasi .....	12
2.3.9 Polarisasi .....	12
2.4 Paralayang .....	13
<b>BAB III PERANCANGAN DAN DESAIN ANTENA .....</b>	<b>14</b>
3.1 Perancangan Antena .....	15
3.1.1 Spesifikasi Antena .....	15
3.1.2 Penentuan Jenis Bahan .....	15
3.1.3 Penentuan Panjang Gelombang pada Ruang Bebas .....	15
3.1.4 Penentuan Panjang Gelombang pada Saluran Transmisi .....	15
3.1.5 Penentuan Lebar Saluran Transmisi .....	16
3.1.6 Penentuan Panjang Saluran Transmisi .....	17
3.1.7 Penentuan Ukuran <i>Patch</i> .....	17
3.2 Perancangan dan Simulasi Antena Menggunakan Software <i>CST Microwave Studio Suite 2018</i> .....	18
<b>BAB IV ANALISA .....</b>	<b>20</b>
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>23</b>
5.1 Kesimpulan .....	23
5.2 Saran .....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>24</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bentuk Umum Antena Mikrostrip.....	5
Gambar 2.	Diagram Alir Perancangan Antena Mikrostrip pada Altimeter.....	14
Gambar 3.	Desain Antena Mikrostrip untuk Altimeter.....	18
Gambar 4.	Parameter List .....	18
Gambar 5.	Hasil S-Parameter ( <i>Return Loss</i> ) .....	18
Gambar 6.	Hasil VSWR .....	19
Gambar 7.	Hasil <i>Gain</i> (3D) .....	19
Gambar 8.	Hasil Pola Radiasi untuk <i>Gain</i> (Polar) .....	19
Gambar 9.	Parameter List .....	20
Gambar 10.	Desain Antena Mikrostrip untuk Altimeter Setelah optimasi .....	20
Gambar 11.	Hasil S-Parameter ( <i>Return Loss</i> ) Setelah optimasi .....	20
Gambar 12.	Hasil VSWR Setelah optimasi .....	21
Gambar 13.	Hasil <i>Directivity</i> Setelah Optimasi .....	21
Gambar 14.	Hasil <i>Gain</i> (3D) Setelah Optimasi .....	21
Gambar 15.	Hasil Pola Radiasi untuk <i>Gain</i> (Polar) Setelah Optimasi .....	22

## DAFTAR PERSAMAAN

(2- 1) Lebar <i>Patch</i> Antena Mikrostrip .....	7
(2- 2) Panjang Gelombang Ruang Bebas .....	8
(2- 3) Panjang Gelombang Saluran Transmisi .....	8
(2- 4) Konstanta B .....	8
(2- 5) Lebar Saluran Mikrostrip .....	8
(2- 6) Panjang Saluran Pencatu .....	8
(2- 7) konstanta dielektrik efektif .....	8
(2- 8) Impedansi Masukan.....	8
(2- 9) koefisien refleksi tegangan.....	9
(2- 10) <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> (VSWR) .....	10
(2- 11) koefisien refleksi tegangan .....	10
(2- 12) <i>Return loss</i> .....	10
(2- 13) <i>Bandwidth</i> .....	11
(2- 14) <i>Directivity</i> .....	11
(2- 15) <i>Directivity</i> .....	11
(2- 16) <i>Gain</i> .....	12

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Perbandingan Hasil dan Simulasi Sebelum dan Setelah Optimasi .....	22
---	----



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Antena adalah suatu piranti yang digunakan untuk mengirimkan dan menerima gelombang radio atau gelombang elektromagnetik dari dan ke udara bebas. Karena merupakan perangkat perantara antara saluran transmisi dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai dengan saluran pencatu. Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal (patch) yang menempel diatas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik (Chandra dkk., 2012).

Radio altimeter adalah sebuah perangkat yang sangat penting dalam dunia penerbangan. Hal ini dikarenakan radio altimeter berfungsi untuk mengukur ketinggian pesawat terhadap ground level. Sistem radio altimeter ini beroperasi pada frekuensi 4.3 GHz. Pada umumnya, radio altimeter penerbangan memiliki antena pengirim dan penerima yang terpisah (Lestari dkk., 2015).

Antena yang dibutuhkan untuk digunakan pada sistem radio altimeter adalah antena yang mampu menghasilkan pola radiasi unidireksional dengan gain yang tinggi serta bandwidth yang lebar. Untuk mendapatkan pola radiasi unidireksional yang terarah ke satu titik, biasanya digunakan antena horn, namun antena horn memiliki kekurangan yaitu ukurannya yang besar. Antena mikrostrip hadir untuk mengatasi kekurangan antena horn ini. Antena mikrostrip dipilih karena kelebihanannya yaitu memiliki masa ringan dan mudah untuk dipabrikasi. Meskipun demikian, antena mikrostrip memiliki kelemahan yang terletak pada lebar bandwidth yang sempit dan nilai gain yang rendah (Lestari dkk., 2015).

### **1.2 Tujuan dan Manfaat**

#### **1.2.1 Tujuan**

Tujuan pada penelitian ini adalah merancang antena mikrostrip pada altimeter untuk peringatan ketinggian paralayang menggunakan software *CST Microwave Studio Suite 2018* dan menganalisis parameter-parameter pada antena mikrostrip yang dibuat.

### 1.2.2 Manfaat

Antena mikrostrip ini bermanfaat bagi para pengguna paralayang dalam beraktivitas untuk mengetahui batas dari ketinggian minimum pada saat terbang mengudara.

### 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana cara merancang antena mikrostrip pada altimeter untuk peringatan ketinggian paralayang menggunakan software *CST Microwave Studio Suite 2018* dan menganalisis parameter-parameter pada antena mikrostrip yang dibuat?”.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah mendesain dan mensimulasikan antena mikrostrip pada altimeter yang bekerja pada frekuensi 4.3 GHz dengan *Return Loss*  $< -10$  dB, *Gain*  $\geq 2$  dB, *VSWR*  $\leq 1.8$  dan menggunakan teknik pencatutan *Microstrip Line Feeding*. Perancangan ini juga menggunakan bahan dielektrik (subtrat) yaitu FR-4 (*lossy*) dengan konstanta dielektrik sebesar 4.4 dan ketebalan 1.6 mm dan bahan konduktor Copper (*Annealed*).

### 1.5 Metodologi

Penyusunan laporan ini dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

#### 1.5.1 Metode Studi Pustaka

Metode Studi Pustaka merupakan metode pengumpulan data mengenai rancang bangun antena mikrostrip yang bersumber dari buku-buku, jurnal-jurnal, internet, dan lain-lain.

#### 1.5.2 Metode Perhitungan

Metode ini melakukan perhitungan nilai parameter antena mikrostrip yang dirancang.

#### 1.5.3 Metode Eksperimen

Metode Eksperimen merupakan proses perancangan dan simulasi antena mikrostrip dengan menggunakan software *CST Microwave Studio Suite 2018* berdasarkan teori-teori yang ada dalam desain antena.

#### 1.5.4 Metode Analisa

Metode ini melakukan analisis terhadap nilai-nilai parameter seperti *Return Loss*, *VSWR*, *Gain*, *Directivity*, *Bandwidth*, HPBW serta Pola Radiasi yang dihasilkan pada simulasi antena mikrostrip menggunakan software *CST Microwave Studio Suite 2018*.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian Antena**

Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara, dan sebaliknya. Pada sistem komunikasi radio diperlukan adanya antena sebagai pelepas energi elektromagnetik ke udara atau ruang bebas, atau sebaliknya sebagai penerima energi itu dari ruang bebas. Alat pembimbing atau saluran transmisi dapat berupa saluran koaxial ataupun pipa dan digunakan sebagai alat transportasi energi elektromagnetik dari sumber transmisi ke antena atau dari antena ke penerima (Pelawi, 2012).

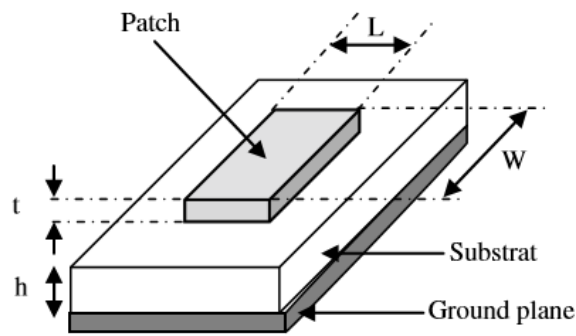
Dalam fungsinya sebagai pemancar dan penerima energi, sebuah antena pada sistem *wireless* harus dapat melakukan optimasi energi radiasi pada beberapa arah. Antena juga harus dapat berperan sebagai alat direksional. Antena dapat berbentuk kabel yang berkonduksi, sebuah *aperture*, berupa *patch*, gabungan dari beberapa elemen (*array*), sebuah reflector dan lensa (Pelawi, 2012).

#### **2.2 Antena Mikrostrip**

Salah satu antena yang paling populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran.

##### **2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip**

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri atas dua kata, yaitu *micro* (sangat tipis/kecil) dan *strip* (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/kecil. Gambar 1. menunjukkan struktur dari sebuah antena mikrostrip (Pelawi, 2012).



Gambar 1. Bentuk Umum Antena Mikrostrip (Sumber: Pelawi, 2012)

## 2.2.2 Karakteristik Dasar Antena Mikrostrip

Secara umum, antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch*, *substrat*, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas *substrat*, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah (Pelawi, 2012).

### 2.2.2.1 Patch

Pada umumnya patch terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga atau emas yang mempunyai bentuk bermacam-macam yaitu lingkaran, persegi, persegi panjang, segitiga, ataupun annular ring. Patch ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Tebal patch dibuat sangat tipis ( $t \ll \lambda_0$ ;  $t$  = ketebalan patch).

### 2.2.2.2 Substrat

Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat biasanya mempunyai tinggi ( $h$ ) antara  $0,002\lambda_0 - 0,005\lambda_0$ . Berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antena adalah pada bandwidth. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar bandwidth.

#### 2.2.2.3 Ground Plane

Ground plane biasanya terbuat dari bahan konduktor. Fungsi ground plane adalah sebagai ground antenna.

#### 2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip

Bentuknya yang *low profile* membuat antena mikrostrip dapat diintegrasikan pada berbagai bidang permukaan, sederhana dan tidak mahal untuk diproduksi dengan menggunakan teknologi sirkuit modern, secara mekanik tangguh pada saat diintegrasikan pada permukaan yang kasar, dan sangat baik dalam frekuensi resonansi, polarisasi, bentuk dan impedansi. Jenis antena ini dapat diintegrasikan pada permukaan yang memerlukan performansi yang sangat tinggi seperti pada pesawat terbang, pesawat antariksa, satelit, misil, mobil bahkan pada telepon genggam. Secara garis besar antena mikrostrip memiliki kelebihan yakni (Pelawi, 2012):

1. Dimensi antena yang kecil
2. Bentuknya yang sederhana memudahkan proses perakitan
3. Tidak memakan biaya besar pada proses pembuatan
4. Kemampuan dalam *dual frequency* dan *triple frequency*
5. Dapat diintegrasikan pada *microwave integrated circuit*.

Namun, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan yaitu :

1. Efisiensi yang rendah
2. *Gain* yang rendah
3. *Bandwidth* yang sempit
4. Daya (*power*) yang rendah
5. Radiasi yang berlebih pada proses pencatutan

#### 2.2.4 Teknik Pencatutan Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip dapat dicatu dengan beberapa metode. Metode-metode ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu terhubung (*contacting*) dan tidak terhubung (*non-contacting*). Pada metode terhubung, daya dicatukan secara langsung ke patch

radiator dengan menggunakan elemen penghubung. Pada metode tidak terhubung, dilakukan pengkopelan medan elektromagnetik untuk menyalurkan daya di antenna saluran mikrostrip dengan patch. Beberapa teknik pencatutan yang sering digunakan, yaitu : teknik mikrostrip line, coaxial probe, aperture coupling dan proximity coupling (Pelawi, 2012).

## 2.3 Parameter Umum Antena Mikrostrip

Kinerja dan daya guna suatu antenna dapat dilihat dari nilai parameter-parameter antenna tersebut. Beberapa dari parameter tersebut saling berhubungan satu sama lain, parameter-parameter tersebut antara lain:

### 2.3.1 Dimensi Antena

Salah satu patch antenna mikrostrip yang sering digunakan adalah rectangular patch. Untuk mencari dimensi antenna mikrostrip rectangular patch ( $W$  atau Lebar dan  $L$  atau Panjang), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik ( $h$ ), konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ), tebal konduktor ( $t$ ) dan rugi – rugi bahan. Panjang antenna mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka bandwidth akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang bandwidth akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antenna mikrostrip ( $W$ ) impedansi input juga akan berubah. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antenna mikrostrip dapat menggunakan persamaan (Balanis, 2015).

$$W = \frac{c}{2 \times fr \times \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (2- 1)$$

Dimana:

$W$  : Lebar *Patch* (mm)

$\epsilon_r$  : Konstanta Dielektrik ( $k$ )

$c$  : Kecepatan Cahaya di Ruang Bebas ( $3 \times 10^8$  m/s)

$fr$  : Frekuensi Kerja Antena (Hz)

Untuk menentukan panjang gelombang ruang bebas ( $\lambda_0$ ) dengan satuan mm, diperlukan kecepatan cahaya di ruang bebas ( $c$ ) dan frekuensi kerja antenna ( $fr$ ). Maka, rumus yang digunakan adalah:

$$\lambda_0 = \frac{c}{fr} \quad (2- 2)$$

Dan untuk menentukan panjang gelombang saluran transmisi ( $\lambda_d$ ) dengan satuan mm, maka persamaannya adalah:

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2- 3)$$

Saluran mikrostrip merupakan salah satu bagian penting dari sebuah antena. Untuk menentukan lebar saluran pencatu menggunakan rumus:

$$B = \frac{377 \pi}{2 x Z_0 x \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2- 4)$$

$$W_s = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2- 5)$$

Dimana:

B = Konstanta B (*dimensionless*)

Ws = Lebar Saluran Mikrostrip (*mm*)

Untuk menentukan panjang saluran pencatu ( $L_s$ ) adalah:

$$L_s = \frac{1}{4} x \lambda_d \quad (2- 6)$$

Dimana:

$\lambda_d$  = Panjang Gelombang Saluran Transmisi (*mm*)

Dengan  $\epsilon_{reff}$  adalah konstanta dielektrik efektif yang dirumuskan:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left\{ 1 + 12 \frac{h}{w_0} \right\}^{-\frac{1}{2}} \quad (2- 7)$$

### 2.3.2 Impedansi Masukan

Impedansi masukan adalah perbandingan (rasio) antara tegangan dan arus. Impedansi masukan ini bervariasi untuk nilai posisi tertentu. Impedansi masukan,  $Z_{in}$  terdiri dari dua bagian real ( $R_{in}$ ) dan bagian imajiner ( $X_{in}$ ).

$$Z_{in} = R_{in} + jX_{in} \quad (2- 8)$$



Dimana:

$Z_{in}$  = Impedansi Masukan ( $\Omega$ )

$R_{in}$  = Resistansi Masukan ( $\Omega$ )

$X_{in}$  = Reaktansi Masukan

Resistansi masukan ( $R_{in}$ ) mewakili disipasi yang terjadi karena dua hal. Pertama karena daya yang meninggalkan antenna dan tidak kembali lagi (radiasi), yang kedua karena rugi-rugi ohmic yang terkait dengan panas pada struktur antenna. Namun pada banyak antenna, rugi-rugi ohmic sangat kecil bila dibandingkan dengan rugi-rugi akibat radiasi. Komponen imajiner ( $X_{in}$ ) mewakili reaktansi dari antenna dan daya yang tersimpan pada medan dekat antenna. Kondisi matching harus sedemikian rupa sehingga mendekati  $50+j0 \Omega$ .

### 2.3.3 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $|V|_{\max}$ ) dengan minimum ( $|V|_{\min}$ ). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ), yaitu :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2-9)$$

Dimana:

$V_0^-$  = Tegangan yang Direfleksikan (V)

$V_0^+$  = Tegangan yang Dikirimkan (V)

$Z_L$  = Impedansi Beban ( $\Omega$ )

$Z_0$  = Impedansi Saluran Lossless ( $\Omega$ )

Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol, maka :

- a.  $\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat
- b.  $\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan matched sempurna.
- c.  $\Gamma = +1$  : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Rumus untuk mencari nilai VSWR ( $S$ ) dalam *dimensionless* adalah:

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2- 10)$$

Dimana:

$V_{max}$  = Tegangan Tertinggi (V)

$V_{min}$  = Tegangan Terendah (V)

$\Gamma$  = Koefisien Refleksi Tegangan

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ( $S=1$ ) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan matching sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk fabrikasi antena adalah  $VSWR \leq 2$ .

#### 2.3.4 Return Loss

*Return loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. Return loss dapat terjadi karena adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (mismatched), besarnya return loss bervariasi tergantung pada frekuensi seperti yang ditunjukkan oleh:

$$\Gamma = \frac{vswr-1}{vswr+1} \quad (2- 11)$$

$$Return Loss = 20 \log_{10}|\Gamma| \quad (2- 12)$$

Nilai *return loss* yang sering digunakan adalah di bawah -9,54 dB untuk menentukan lebar bandwidth, sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan

dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, saluran transmisi sudah matching. Nilai parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak

### 2.3.5 Bandwidth

*Bandwidth* suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, polarisasi, beamwidth, pola radiasi, gain, efisiensi, VSWR, return loss) memenuhi spesifikasi standar. Bandwidth dapat dicari dengan rumus berikut:

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (2-13)$$

Dimana:

$f_2$  = Frekuensi Tertinggi (Hz)

$f_1$  = Frekuensi Terendah (Hz)

$f_c$  = Frekuensi Tengah (Hz)

### 2.3.6 Directivity

*Directivity* dari sebuah antenna dapat didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) intensitas radiasi sebuah antenna pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata pada semua arah. *Directivity* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \quad (2-14)$$

Dimana:

$D$  = *Directivity* (dimensionless/dB)

$U$  = Intensitas Radiasi Maksimum (watt/s/unit solid angle)

$U_0$  = Intensitas Radiasi Sumber Isotropic (watt/s/unit solid angle)

$P_{rad}$  = Daya Total Radiasi (watt)

Atau bisa juga menggunakan rumus:

$$D = \frac{P}{P_{ref}} \quad (2-15)$$

Dimana:

$D = \text{Directivity (dimensionless/dB)}$

$P = \text{Daya Pada Antena yang Diukur (watt)}$

$P_{\text{ref}} = \text{Daya Pada Antena Referensi (watt)}$

### 2.3.7 Gain

*Gain* merupakan perbandingan daya pancar suatu antena terhadap daya pancar antena referensi. Gain menentukan seberapa besar sebuah antena memfokuskan energi pancarnya.

$$G = \eta \times D \quad (2-16)$$

Dimana:

$G = \text{Penguatan (Gain)}$

$\eta = \text{Efisiensi antena (\%)}$

$D = \text{Directivity (dimensionless/dB)}$

### 2.3.8 Pola Radiasi

Pola radiasi pada sebuah antena didefinisikan sebagai sebuah fungsi matematis atau sebuah gambaran grafis dari komponen-komponen radiasi sebuah antena. Pola radiasi biasanya digambarkan dalam daerah medan jauh dan ditunjukkan sebuah fungsi koordinat direksional (Balanis, 2015).

### 2.3.9 Polarisasi

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antena. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah gain maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda. Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai linear (linier), circular (melingkar), atau elliptical (elips) (Balanis, 2015).

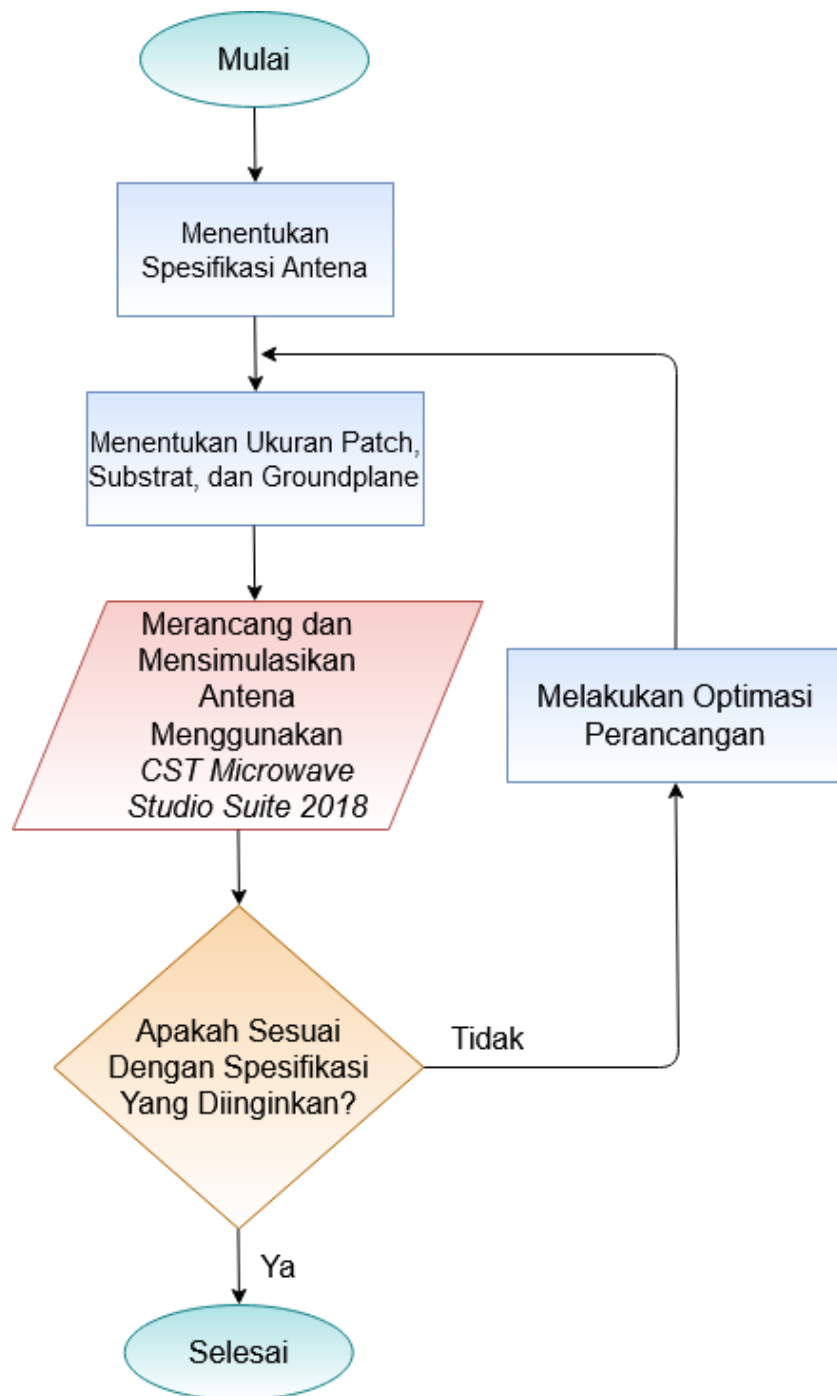
## **2.4 Paralayang**

Paralayang merupakan bagian dari Layang Gantung, yang merupakan kegiatan keudaraan dengan menggunakan gantole atau parasut paralayang untuk melayang, yang lepas landas dan mendarat dengan menggunakan kaki Penerbangnya. Paralayang merupakan sarana rekreasi dan juga olahraga kompetitif. Beberapa pilot melengkapi dirinya dengan instrumen tambahan, seperti altimeter dan variometer, untuk menjaga angka naik turunnya glider. Variometer memiliki display visual yang memudahkan pilot mengoperasikan alat. Variometer dan Altimeter sangat penting untuk high-altitude flights atau penerbangan jarak jauh (cross country) (Lesmana, 2018).

### BAB III

## PERANCANGAN DAN DESAIN ANTENA

Secara garis besar perancangan antenna meliputi perhitungan parameter, perancangan dan pensimulasian menggunakan software *CST Microwave Studio Suite 2018*. Urutan proses yang dilakukan ditunjukkan pada diagram alir di bawah ini



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Antena Mikrostrip pada Altimeter

### 3.1 Perancangan Antena

#### 3.1.1. Spesifikasi Antena

Antena mikrostrip yang dirancang bekerja pada frekuensi sebesar 4,3 GHz dan dibutuhkan beberapa parameter sebagai berikut :

- a) Frekuensi Kerja : 4.3 GHz
- b) *Return Loss* :  $\leq -10$  dB
- c) VSWR :  $\leq 1.8$
- d) Pola Radiasi : *Unidireksional*
- e) *Gain* :  $\geq 2$  dB

#### 3.1.2. Penentuan Jenis Bahan

Pada perancangan antena kali ini jenis bahan yang digunakan adalah :

- a) Bahan substrat : FR-4 (*lossy*)
- b) Konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) : 4.4
- c) Ketebalan Subtrat (h) : 1.6 mm
- d) Impedansi Beban Saluran Tingkat I :  $50 \Omega$
- e) Impedansi Beban Saluran Tingkat II :  $70.71 \Omega$
- f) Jenis Konduktor : *Copper (Annealed)*
- g) Ketebalan Konduktor : 0.1 mm

#### 3.1.3. Penentuan Panjang Gelombang pada Ruang Bebas

Menggunakan persamaan (2- 2)

$$\lambda_o = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_o = \frac{3 \times 10^8}{4,3 \times 10^9} = 0,0697 \text{ m} = 69,7 \text{ mm} \approx 70 \text{ mm}$$

#### 3.1.4. Penentuan Panjang Gelombang pada Saluran Transmisi

Menggunakan persamaan (2- 3)

$$\lambda_d = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda_d = \frac{70 \text{ mm}}{\sqrt{4,4}} = 33,371 \text{ mm}$$

### 3.1.5. Penentuan Lebar Saluran Transmisi

#### a) Lebar saluran tingkat I

Menggunakan persamaan (2- 4) dan (2- 5)

$$Z_o = 50 \Omega$$

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

$$B = \frac{377 \pi}{2 \times 50 \times \sqrt{4.4}} = 5.64$$

$$W_o = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$W_o = \frac{2(1.6)}{3.14} \left\{ 5.64 - 1 - \ln(2(5.64) - 1) + \frac{4.4 - 1}{2(4.4)} \left[ \ln(5.64 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{4.4} \right] \right\}$$

$$W_o = 3.05 \text{ mm}$$

#### b) Lebar saluran tingkat II

Menggunakan persamaan (2- 4) dan (2- 5)

$$Z_L = 2 \times Z_o$$

$$Z_L = 2 \times 50 = 100 \Omega$$

$$Z_t = \sqrt{Z_o \times Z_L}$$

$$Z_t = \sqrt{50 \times 100} = 70.71 \Omega$$

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

$$B = \frac{377 \pi}{2 \times 70.71 \times \sqrt{4.4}} = 3.99$$

$$W_t = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$W_t = \frac{2(1.6)}{3.14} \left\{ 3.99 - 1 - \ln(2(3.99) - 1) + \frac{4.4 - 1}{2(4.4)} \left[ \ln(3.99 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{4.4} \right] \right\}$$

$$W_t = 1.59 \text{ mm}$$

#### c) Lebar saluran horizontal

$$W_h = W_o = 3.05 \text{ mm}$$



### 3.1.6. Penentuan Panjang Saluran Transmisi

Menggunakan persamaan (2- 7)

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left\{ 1 + 12 \frac{h}{w_o} \right\}^{-\frac{1}{2}}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left\{ 1 + 12 \frac{1,6}{3,08} \right\}^{-\frac{1}{2}} = 3,332$$

$$\lambda_0 = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{70}{\sqrt{3,332}} = 38,348 \text{ mm}$$

a) Panjang saluran tingkat I

$$l_o = \frac{\lambda_0}{4} = \frac{38,348}{4} = 9,6 \text{ mm}$$

b) Panjang saluran tingkat II

$$l_t = \frac{l_o}{2} = \frac{9,6}{2} = 4,8 \text{ mm}$$

c) Panjang saluran horizontal

$$l_h = 3W + 3 (\text{jarak patch}) + \frac{w_t}{2}$$

$$l_h = 3(21,2) + 3 (22) + \frac{1,6}{2} = 130,4 \text{ mm}$$

### 3.1.7. Penentuan Ukuran Patch

a) Lebar Patch ( $W$ )

Menggunakan persamaan (2- 1)

$$W = \frac{c}{2 \pi f r \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}}$$

$$W = \frac{c}{2 \pi f \epsilon \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}}$$

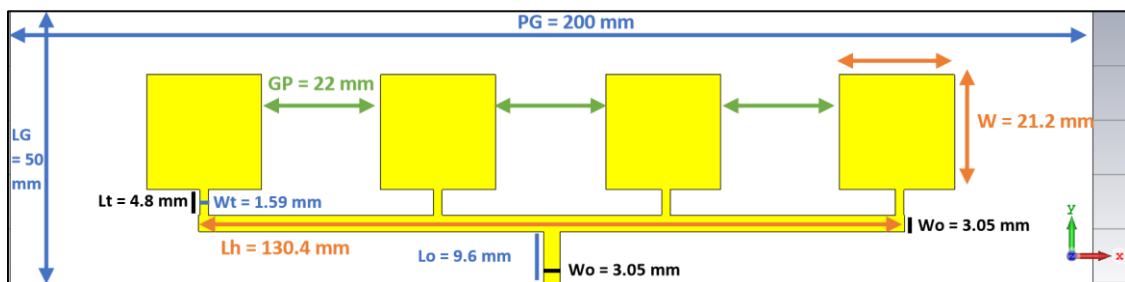
$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 4,3 \times 10^9 \sqrt{\frac{2}{4,4 + 1}}} = 0,0212 \text{ m} = 21,2 \text{ mm}$$

b) Panjang Patch ( $l$ )

$$l_p = W = 21,2 \text{ mm}$$

### 3.2. Perancangan dan Simulasi Rancangan Antena Menggunakan Software CST Microwave Studio 2018

Simulasi antenna hasil perhitungan diawali dengan membuat desain antenna mikrostrip untuk altimeter. Fungsi dari simulasi antenna adalah untuk mengetahui apakah besar nilai parameter-parameter yang diinginkan sudah sesuai dengan perancangan. Berikut bentuk dari antenna mikrostrip untuk altimeter:



Gambar 3. Desain Antena Mikrostrip untuk Altimeter

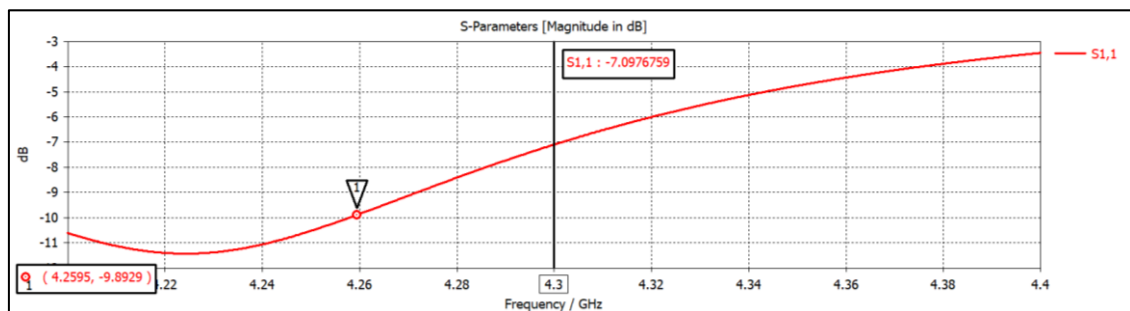
Parameter yang digunakan sesuai hasil perhitungan adalah:

Parameter List					
Name	Expression	Value	Description	Type	
GP	= 22	22	gap patch	Undefined	▼
Wo	= 3.05	3.05	lebar saltrans 1	Undefined	▼
Wt	= 1.59	1.59	lebar saltrans 2	Undefined	▼
LG	= 50	50	lebar groundplane	Undefined	▼
Lo	= 9.6	9.6	panjang saltrans 1	Undefined	▼
Lt	= 4.8	4.8	panjang saltrans 2	Undefined	▼
PG	= 200	200	panjang groundplane	Undefined	▼
Lh	= 130.4	130.4	panjang horizontal	Undefined	▼
W	= 21.2	21.2	lebar patch	Undefined	▼
h	= 1.6	1.6	tebal subtrat	Undefined	▼
<new parameter>					

Gambar 4. Parameter List

Selanjutnya menjalankan simulasi dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

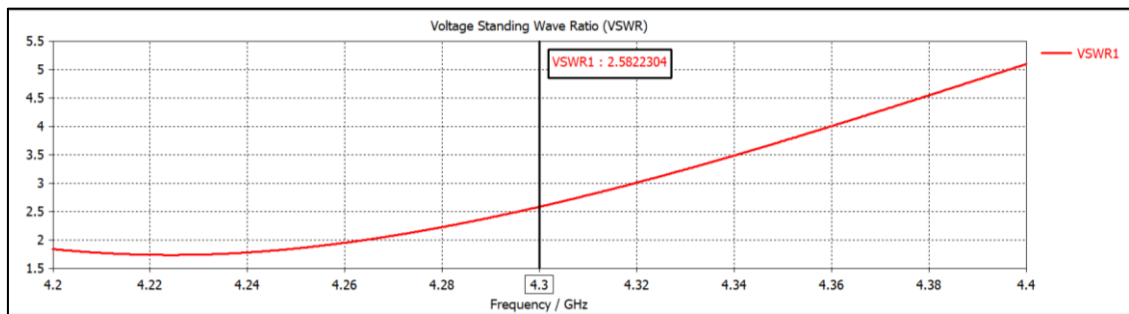
- S-Parameter (*Return Loss*)



Gambar 5. Hasil S-Parameter (*Return Loss*)

Pada frekuensi 4.3 GHz, *return loss* didapatkan hasil -7.0976 dB dan masih jauh dari spesifikasi yang diinginkan yaitu  $\leq -10$  dB.

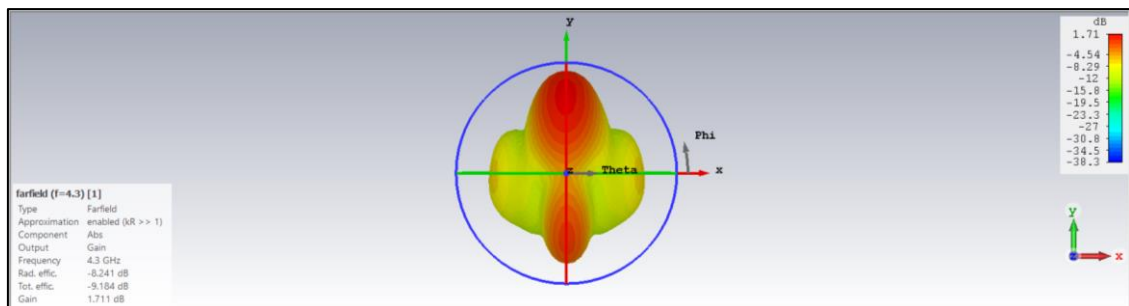
- VSWR



Gambar 6. Hasil VSWR

Kemudian pada frekuensi 4.3 GHz, VSWR didapatkan hasil 2.5822 dan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu  $\leq 1.8$ .

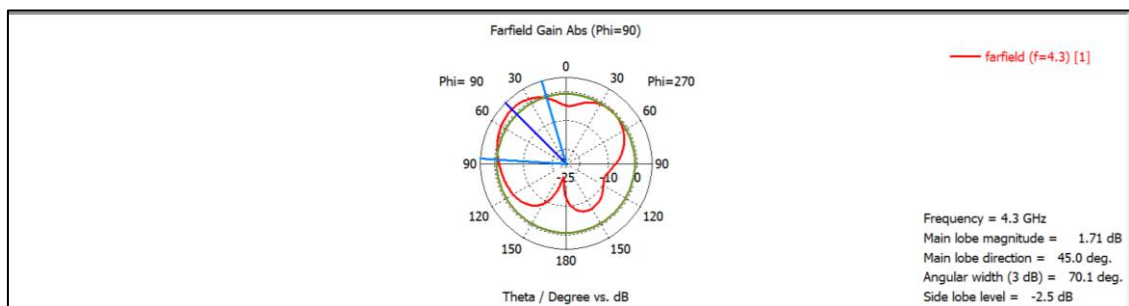
- Gain



Gambar 7. Hasil Gain (3D)

Selanjutnya pada frekuensi 4.3 GHz, diperoleh *gain* antenna sebesar 1.711 dB dan masih tidak sesuai dari spesifikasi yang diinginkan yaitu  $\geq 2$  dB.

- Pola Radiasi



Gambar 8. Hasil Pola Radiasi untuk Gain (Polar)

Gambar 8 menunjukkan farfield dalam bentuk polar yang menunjukkan pola radiasi antenna *unidireksional* dan sudah sesuai spesifikasi yang di harapkan.

Pada hasil simulasi diatas, didapatkan masih banyak parameter-parameter yang belum sesuai spesifikasi antenna yang diinginkan, maka perlu dilakukan optimasi agar antenna dapat bekerja dengan baik.

## BAB V

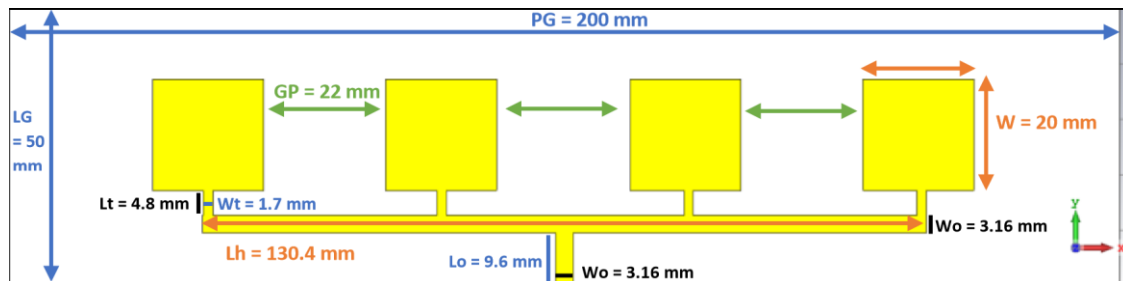
### ANALISA

Dikarenakan hasil simulasi masih banyak yang didapat belum sesuai spesifikasi yang diinginkan, maka peneliti akan melakukan optimasi untuk antenna yang sedang dibuat. Optimasi dilakukan dengan mengubah beberapa nilai parameter antenna mikrostrip seperti tebal *patch*, lebar saluran transmisi tingkat I dan lebar saluran transmisi tingkat II, terlihat pada Gambar 9.

Parameter List					
Name	Expression	Value	Description	Type	
GP	= 22	22	gap patch	Undefined	▼
h	= 1.6	1.6	tebal substrat	Undefined	▼
LG	= 50	50	lebar groundplane d...	Undefined	▼
Lh	= 130.4	130.4	panjang horizontal	Undefined	▼
Lo	= 9.6	9.6	panjang saltrans 1	Undefined	▼
Lt	= 4.8	4.8	panjang saltrans 2	Undefined	▼
PG	= 200	200	panjang groundplan...	Undefined	▼
W	= 20	20	lebar dan panjang pa...	Undefined	▼
Wo	= 3.16	3.16	lebar saltrans 1 dan h...	Undefined	▼
Wt	= 1.7	1.7	lebar saltrans 2	Undefined	▼

Gambar 9. Parameter List Setelah Optimasi

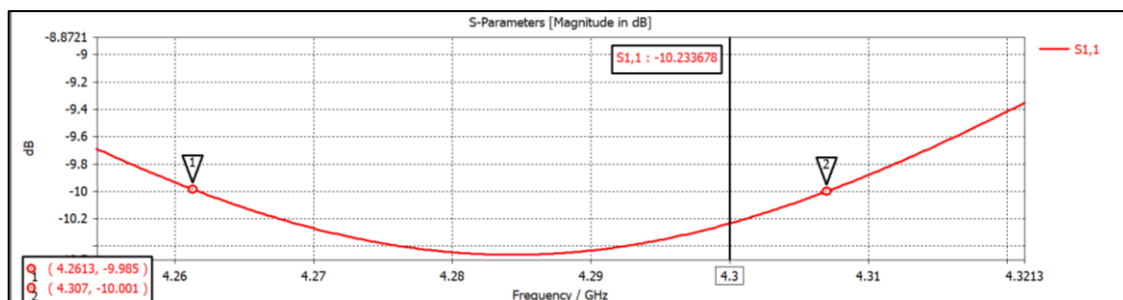
Berikut ini bentuk final dari antenna mikrostrip rectangular patch yang telah dilakukan optimasi dan telah didapatkan hasil yang mendekati spesifikasi yang diinginkan.



Gambar 10. Desain Antena Mikrostrip untuk Altimeter Setelah Optimasi

Hasil optimasi adalah sebagai berikut:

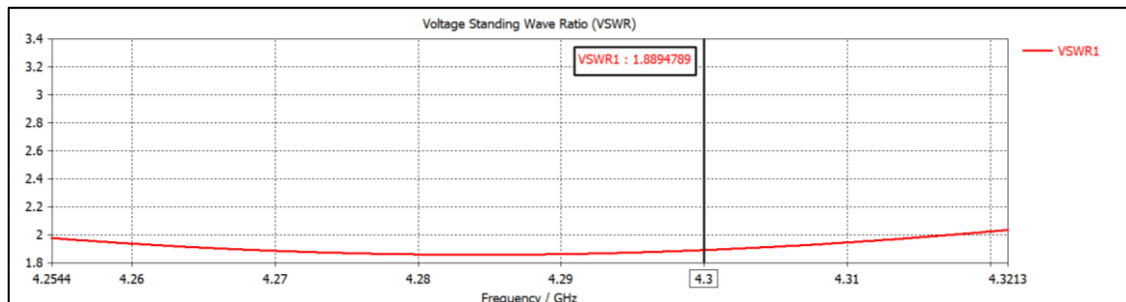
- S-Parameter (*Return Loss*)



Gambar 11. Hasil S-Parameter (*Return Loss*) Setelah Optimasi

Pada frekuensi 4.3 GHz, hasil *return loss* yang sesuai spesifikasi yang diinginkan akhirnya didapat setelah mengubah nilai parameter dari antenna mikrostrip beberapa kali sehingga akhirnya mendapatkan hasil yang paling optimal yaitu -10.2336 dB. Dan didapat juga besar *bandwidth* ialah 45.7 MHz.

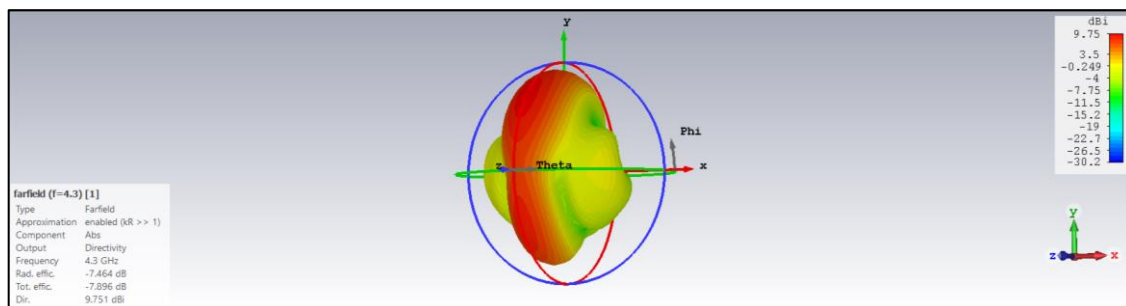
- VSWR



Gambar 12. Hasil VSWR Setelah Optimasi

Kemudian pada frekuensi 4.3 GHz, VSWR didapatkan hasil 1.8894 dan telah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu  $\leq 1.8$ .

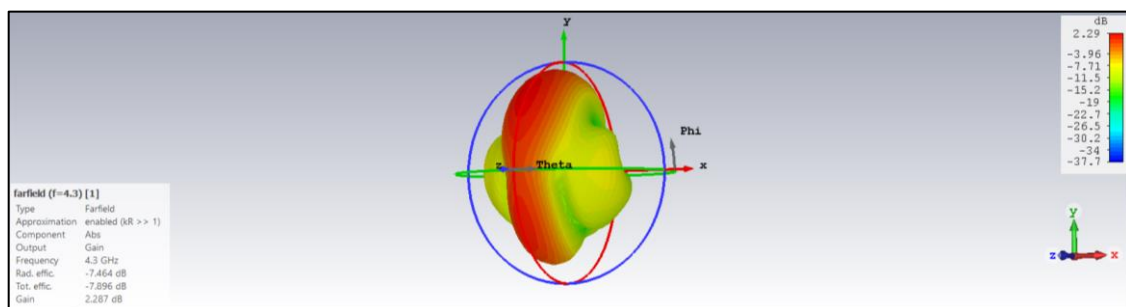
- Directivity



Gambar 13. Hasil Directivity Setelah Optimasi

Besar *Directivity* yang di dapat setelah dilakukan optimasi adalah sebesar 9.751dBi.

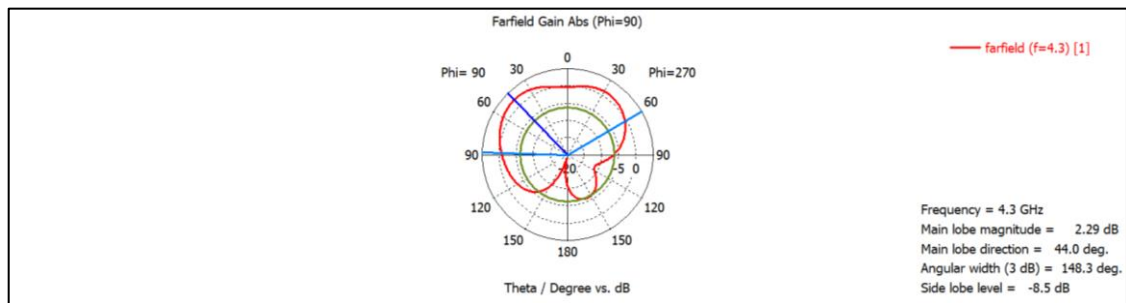
- Gain



Gambar 14. Hasil Gain (3D) Setelah Optimasi

Gain yang diperoleh pun sudah mencapai target yaitu sebesar 2.287 dB.

- Pola Radiasi



Gambar 15. Hasil Pola Radiasi untuk Gain (Polar) Setelah Optimasi

Pola Radiasi yang didapat berbentuk *unidirectional* sesuai dengan yang diinginkan dengan HPBW 148.3°.

Sehingga apabila dibandingkan dengan hasil simulasi sebelum dilakukannya optimasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Spesifikasi Antena yang Diharapkan	Simulasi Hasil Desain (Sesuai Perhitungan)	Simulasi Hasil Optimasi
Frekuensi Kerja = 4.3 GHz	4.3 GHz	4.3 GHz
$Return Loss \leq -10$ dB	-7.0976 dB	-10.2336 dB
$VSWR \leq 1.8$	2.5822	1.8894
$Gain \geq 2$ dB	1.711 dB	2.287 dB

Tabel 1. Perbandingan Hasil dan Simulasi Sebelum dan Setelah Optimasi

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari project yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Dalam hasil perancangan antenna menggunakan software *CST Studios Suite 2018* maka akan dilakukan optimasi, didapatkan ukuran yang berbeda dari beberapa parameter antenna dengan perhitungannya. Maka dapat disimpulkan bahwa optimasi dari antenna perlu dilakukan, yaitu dengan mengubah ukuran dari beberapa parameter antenna mikrostrip. Hal ini dilakukan untuk mencapai hasil akhir yang maksimal dan mendekati target.
2. Perubahan ukuran dari beberapa parameter antenna memengaruhi hasil simulasi diantaranya:
  - Impedansi antenna dipengaruhi oleh lebar saluran transmisi pada mikrostrip ( $W_o$ ) sehingga akan memengaruhi nilai *returnloss*, VSWR, dan *gain*.
  - Frekuensi kerja antenna dipengaruhi oleh ukuran panjang sisi *rectangular* sehingga memengaruhi nilai *returnloss* dan VSWR terbaik pada frekuensi kerja.
3. Dari hasil simulasi didapatkan nilai return loss sebesar -10.2336 dB, *bandwidth* sebesar 45.7 MHz, VSWR sebesar 1.8894, *gain* sebesar 2.287 dB, *directivity* sebesar 9.751 dBi dengan pola radiasi *unidirectional*.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, peneliti menyarankan dalam pengembangan perancangan antenna mikrostrip perlu adanya pengetahuan yang lebih mendalam mengenai teori antenna mikrostrip dan software yang digunakan, sehingga diharapkan teknologi antenna mikrostrip bisa terus dikembangkan. Untuk mendapatkan hasil *returnloss*, VSWR, dan *gain* antenna mikrostrip pada altimeter yang lebih baik, disarankan untuk memperhatikan panjang sisi *rectangular* dan lebar saluran transmisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chandra Ade dan Danang Santoso. (2012). Rancang Bangun Komponen Pasif Rf Pada Aplikasi Teknologi Wireless. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Lestari, S. G. E., Wijanto, H., & Wahyu, Y. (2015). e-Proceeding of Engineering. *Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Bentuk E Modifikasi Dengan Elemen Parasit Untuk Radio Altimeter Pada Frekuensi 4.2 – 4.4 GHz*. Vol.2, No.2 Agustus 2015 | Page 2498-2503.
- Pelawi, Denny Osmond. (2012). Studi Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Tipe Polarisasi Melingkar Menggunakan Ansoft [skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Balanis, Constantie A. 2005. Antena Theory : Analysis and Design. 3rd Edition. Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Lesmana, Yulia. 2018. *BAB II PARALAYANG. 2.1. Pengertian Paralayang*. Retrieved from <https://docplayer.info/54539041-Bab-ii-paralayang-2-1-pengertian-paralayang.html> (Diakses pada 27 Juni 2020 pukul 18.00 WIB)