

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan membahas perangkat yang digunakan, alur penelitian, tahapan dalam perancangan antena *microstrip patch triangular* diantaranya seperti menentukan spesifikasi antena *microstrip patch triangular*, perhitungan dimensi antena yang digunakan, serta melakukan perancangan antena sebelum dan sesudah menggunakan metode *Defected Ground Structure (DGS)*. Melakukan desain awal yang sesuai dengan perhitungan dimensi yang diperoleh kemudian ditambahkan dengan metode yang digunakan yaitu *Defected Ground Structure (DGS)* yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja *Bandwidth* sesuai yang dibutuhkan dan juga akan melakukan perbandingan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran antena yang sudah difabrikasi. Parameter antena yang didapatkan dari hasil perancangan yang sudah dibuat, diharapkan dapat memenuhi ketentuan spesifikasi antena yang diinginkan. Parameter yang akan didapatkan dari perancangan ini diantaranya *Return Loss*, *VSWR*, *Bandwidth*, dan *Gain*. Hasil parameter yang didapatkan dari desain awal antena tidak akan mendapatkan hasil yang baik atau hasil yang memenuhi ketentuan spesifikasi, maka dari itu diperlukan optimalisasi pada desain antena agar mendapatkan kinerja yang optimal dan memperoleh *Bandwidth* yang sesuai untuk aplikasi DVB-T2.

#### **3.1 PERANGKAT YANG DIGUNAKAN**

Pada sub bab ini akan membahas tentang peralatan yang akan digunakan untuk merancang sistem yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

##### **3.1.1 Perangkat Keras**

Untuk perangkat keras (*hardware*) yang digunakan pada proses penelitian ini adalah sebuah laptop yang mempunyai spesifikasi antara lain :

1. *AMD A12-9700P RADEON R7, 10 COMPUTE CORES 4C+6G 2.50 GHz.*
2. *Windows 10 (64-Bit)*

3. RAM 8 GB
4. HDD 1 TB

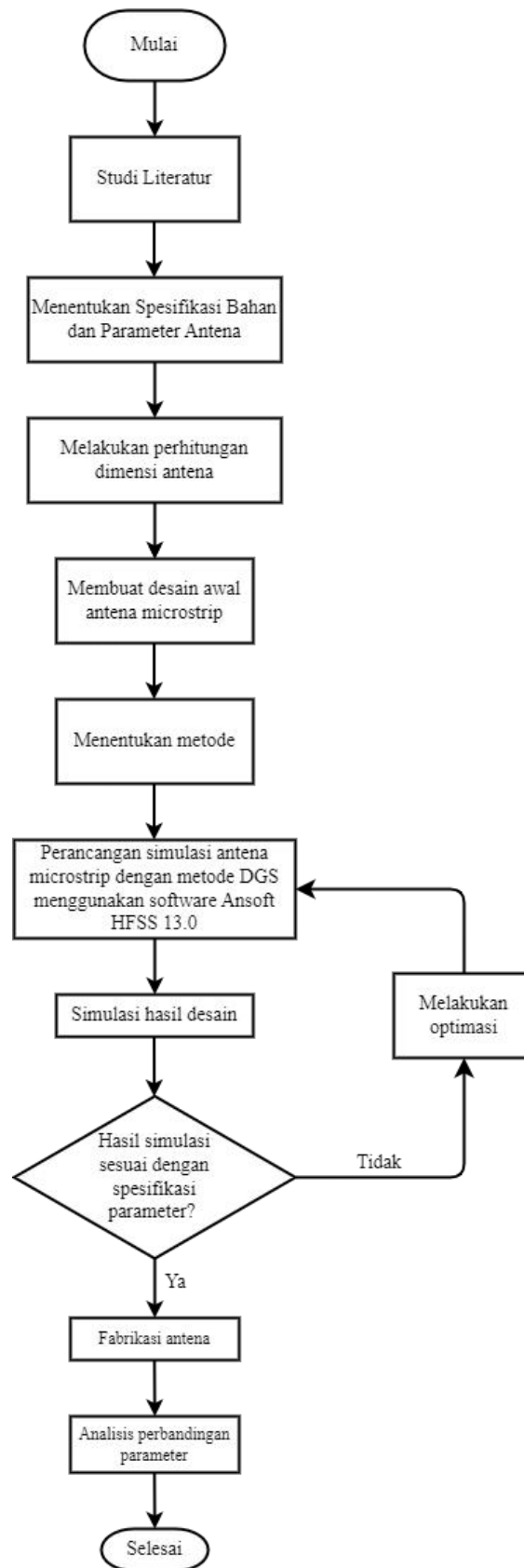
### 3.1.2 Perangkat Lunak

Untuk perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada proses penelitian ini antara lain :

1. Ansoft *High Frequency Simulation Software* (HFSS) 13.0, digunakan dalam perancangan suatu antena. *Software* ini juga dapat digunakan untuk mensimulasikan, melakukan optimalisasi, serta mengkalkulasi beberapa parameter diantaranya *Return Loss*, *VSWR*, *Bandwidth*, *Gain*, dll.
2. *WPS Spreadsheet 2022* digunakan untuk mengolah data hasil simulasi dan hasil pengukuran.
3. *WPS Document 2022* digunakan untuk menyusun laporan proposal dan skripsi.

## 3.2 ALUR PENELITIAN

Pada Gambar 3.1 merupakan alur dari perancangan antena *microstrip patch triangular*. Penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan, tahap awal yaitu *studi literatur* terlebih dahulu kemudian menentukan spesifikasi antena dan spesifikasi parameter antena yang diinginkan. Setelah itu, menghitung dimensi pada antena yang terdiri dari *patch*, *substrate*, *groundplane*, dan saluran pencatu *feedline* dengan menggunakan rumus yang ada. Selanjutnya, membuat desain awal antena menggunakan perhitungan dimensi yang telah dibuat. Tahap berikutnya, menentukan metode yang akan digunakan dan menambahkan metode tersebut ke dalam desain antena. Apabila desain antena saat ditambahkan dengan metode *Defected Ground Structure* (DGS), hasil parameter yang diperoleh tidak sesuai dengan spesifikasi antena *microstrip* pada Tabel 3.2 maka perlu dilakukan optimasi antena. Optimasi tersebut bertujuan untuk memperoleh hasil parameter antena yang baik diantaranya parameter *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, dan *gain*. Desain antena *microstrip patch triangular* dengan metode *Defected Ground Structure* (DGS) yang sudah jadi akan di fabrikasi atau di cetak, kemudian dari desain tersebut akan diukur parameter yang diperoleh dan dilakukan perbandingan parameter antena dari hasil simulasi dan hasil fabrikasi.



**Gambar 3.1** *Flowchart Perancangan Antena Microstrip*

### 3.3 PERANCANGAN SISTEM

Pada Sub Bab ini, peneliti akan menjelaskan mengenai spesifikasi bahan antenna, ketentuan spesifikasi parameter antenna yang ingin dicapai, perhitungan dimensi antenna, dan perbandingan parameter antenna.

#### 3.3.1 Spesifikasi Bahan Antena

Karakteristik dari penggunaan bahan yang digunakan pada perancangan antenna *microstrip patch triangular* menggunakan metode *Defected Ground Structure* (DGS) yang terdapat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Spesifikasi Bahan Antena *Microstrip***

Jenis <i>Substrate</i>	FR-4 <i>Epoxy</i>
Konstanta dielektrik	4,3
Tebal <i>Substrate</i>	1,6 mm
Tebal <i>Patch / Groundplane</i>	0,035 mm
Jenis <i>Patch / Groundplane</i>	<i>Copper</i>

#### 3.3.2 Penentuan Spesifikasi Antena

Pada tahap selanjutnya adalah menetapkan spesifikasi antenna yang akan dibuat. Spesifikasi yang akan digunakan sebagai acuan dalam merancang sebuah antenna *microstrip patch triangular* yang bekerja untuk aplikasi DVB-T2 terdapat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Spesifikasi Antena *Microstrip***

Rentang Frekuensi	478 MHz - 694 MHz
Frekuensi kerja	586 MHz
<i>Bandwidth</i>	$\geq 216$ MHz
<i>Return Loss</i>	$\leq -10$ dB
<i>Gain</i>	$> 3$
VSWR	$< 2$
<i>Substrate</i>	FR - 4 <i>Epoxy</i> , $\epsilon_r = 4,3$

### 3.3.3 Perhitungan Parameter Antena

Antena *Microstrip* memiliki beberapa parameter yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap efisiensi dan kualitas antena, yang dapat digambarkan secara teknik dan matematis. Dengan parameter yang tepat, antena dapat bekerja secara maksimal. Parameter antena meliputi *Return Loss*, *VSWR*, *Bandwidth*, *Gain*, dll. Disetiap parameter tersebut memiliki standar spesifikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah antena yang dipaparkan memiliki hasil yang baik atau tidak. Berikut merupakan perhitungan disetiap parameter agar memperoleh nilai yang sesuai dengan standar spesifikasi pada antena :

#### 1. *Return Loss*

Dengan menggunakan persamaan 2.13 dapat diketahui bahwa untuk memperoleh nilai parameter *Return Loss* yang baik pada penelitian ini, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{RL (dB)} &= 20 \log_{10} |\Gamma| \\ -10 &= 20 \log \Gamma \\ \frac{-10}{20} &= \log \Gamma \\ \Gamma &= (10)^{-1/2} \\ \Gamma &= 0,3 = \frac{1}{3} \end{aligned}$$

Jadi, untuk  $\Gamma = 0$ , yang berarti tidak ada refleksi atau pantulan ketika saluran dalam kondisi *matching* sempurna.

$$\begin{aligned} \text{RL} &= 20 \log_{10} |\Gamma| \\ &= 20 \log_{10} \left| \frac{1}{3} \right| \\ &= -9,54 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai *Return Loss* yang dianggap baik adalah dibawah -9,54 dB, yang sering dibulatkan menjadi -10 dB. Dapat disimpulkan bahwa gelombang yang dipantulkan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dipancarkan, atau dengan kata lain saluran transmisi sudah berada dalam keadaan *matching* yang efisien. Dengan demikian, ketika antena memiliki nilai *Return Loss* bernilai  $\leq -10$  dB pada frekuensi kerjanya, dapat dianggap sebagai antena yang baik. Nilai ini

menjadi acuan untuk mengukur sejauh mana antena mampu beroperasi pada frekuensi yang diharapkan.

## 2. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

Dengan menggunakan persamaan 2.14 dapat diketahui bahwa untuk memperoleh nilai parameter VSWR yang baik pada penelitian ini, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{VSWR} &= \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \\ &= \frac{1 + \left|\frac{1}{3}\right|}{1 - \left|\frac{1}{3}\right|} \\ &= \frac{4/3}{2/3} \\ &= 2 \end{aligned}$$

Jadi untuk kondisi yang baik pada parameter VSWR adalah ketika nilai  $S = 1$ , yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun pada prakteknya saat menggunakan kondisi tersebut sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang dapat digunakan untuk simulasi dan fabrikasi antena *microstrip* adalah  $\text{VSWR} < 2$ .

## 3. *Bandwidth*

Dengan menggunakan persamaan 2.15 dapat diketahui bahwa untuk memperoleh nilai *Bandwidth* yang baik pada penelitian ini, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BW} &= \frac{694 - 478}{586} \times 100 \% \\ &= \frac{216}{586} \times 100 \% \\ &= 0.368 \times 100 \% \\ &= 0.37 \% (216 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

Dikarenakan pada penelitian ini untuk teknologi *Digital Video Broadcasting-Second Generation Terrestrial (DVB-T2)* dan bekerja pada rentang frekuensi 478 MHz sampai 694 MHz maka nilai bandwidth yang harus diperoleh yaitu  $\geq 216 \text{ MHz}$ .

### 3.3.4 Perhitungan Dimensi Antena

Antena *microstrip* memiliki tiga struktur lapisan utama yaitu *patch*, *substrate*, dan *ground plane* yang memiliki dimensi yang berbeda. Penelitian ini menunjukkan bagaimana cara dalam perhitungan dimensi antena *microstrip* disetiap lapisan yang akan dirancang dengan bentuk *patch triangular*. Perhitungan dimensi *patch triangular* bergantung pada frekuensi kerja dan bahan yang digunakan. Nilai konstanta tergantung pada ketebalan dan *permitivitas* yang digunakan. Semakin rendah nilai *permitivitas* semakin besar dimensi antena. Sehingga perhitungan dimensi antena pada penelitian ini yaitu :

1. Menghitung panjang sisi efektif pada patch

Untuk mengetahui panjang sisi dari *patch* segitiga menggunakan persamaan (2.3) dengan data dari tabel (3.2).

$$a = \frac{2 \times 3 \times 10^8}{3 \times 586 \times \sqrt{4.3}}$$

$$a = \frac{6 \times 10^8}{3 \times 5,86 \times 10^8 \times \sqrt{4.3}}$$

$$a = \frac{6}{36,454}$$

$$a = 0,164590 \text{ m}$$

$$a = 164,59 \text{ mm}$$

Perhitungan ini menghasilkan nilai 164.59 mm untuk panjang sisi pada segitiga. Namun berdasarkan hasil tersebut, harus dikurangi untuk mencapai nilai panjang sisi yang efektif. Pengurangan nilai panjang sisi disebabkan oleh efek medan tepi (sisi tepi) antara peradiasi (*patch*) dengan *ground plane*. Efek ini dapat dihitung dengan menggunakan *effective relative permittivity*. Sehingga untuk mengetahui panjang sisi efektif dari *patch* segitiga melalui persamaan (2.4) dengan data dari tabel (3.1).

$$a_{eff} = 164,59 + \frac{1,6}{\sqrt{4,3}}$$

$$a_{eff} = 164,59 + 0,771$$

$$a_{eff} = 165,36 \text{ mm}$$

2. Menghitung lebar *ground plane* ( $W_g$ ) dan lebar *substrate* ( $W_s$ )  
 Dikarenakan pada penelitian ini menggunakan panjang sisi efektif ( $a_{eff}$ ), maka dari itu menggunakan persamaan (2.1).

$$W_s : W_g = 2 \times 165,36$$

$$W_s : W_g = 330,72 \text{ mm}$$

3. Menghitung panjang *ground plane* ( $L_g$ ) dan panjang *substrate* ( $L_s$ )  
 Dikarenakan pada *patch triangular* memiliki panjang sisi yang sama, maka dari itu hasil yang diperoleh menggunakan (2.2).

$$L_s : L_g = 2 \times 165,36$$

$$L_s : L_g = 330,72 \text{ mm}$$

4. Menghitung lebar saluran pencatu / *feed line* ( $W_f$ )

Dengan menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6).

$$B = \frac{377 \times 3,14}{2 \times 50 \times \sqrt{4,3}}$$

$$B = \frac{1.183,78}{100 \times \sqrt{4,3}}$$

$$B = 5,708$$

$$W_f = \frac{2 \times 1,6}{3,14} \left\{ 5,708 - 1 - \ln(2(5,708) - 1) + \frac{4,3 - 1}{2(4,3)} \left[ \ln(5,708 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,3} \right] \right\}$$

$$W_f = 1,019 (2,364656) + 0,38370 (1,832395)$$

$$W_f = 3,11 \text{ mm}$$

5. Menghitung panjang saluran pencatu / *feed line* ( $L_f$ )

Pada perhitungan panjang *feed line* menggunakan rumus dengan persamaan (2.7) dan (2.8).

$$\lambda_g = \frac{3 \times 10^8}{5,86 \times 10^8 \times \sqrt{4,3}}$$

$$\lambda_g = \frac{3}{5,86 \times \sqrt{4,3}}$$

$$\lambda_g = 246,88 \text{ mm}$$

$$L_f = \frac{246,88}{4}$$

$$L_f = 61,72 \text{ mm}$$



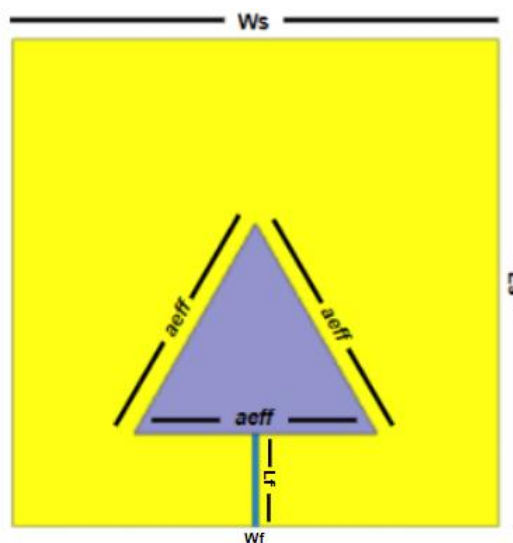
**Tabel 3.3 Hasil Ukuran Dimensi Antena**

Simbol	Keterangan	Ukuran
$a$	Panjang sisi segitiga	164,59 mm
$a_{eff}$	Panjang sisi efektif segitiga	165,36 mm
$W_g$	Lebar <i>ground plane</i>	330,72 mm
$W_s$	Lebar <i>substrate</i>	330,72 mm
$L_g$	Panjang <i>ground plane</i>	330,72 mm
$L_s$	Panjang <i>substrate</i>	330,72 mm
$W_f$	Lebar <i>feed line</i>	3,11 mm
$L_f$	Panjang <i>feed line</i>	61,72 mm

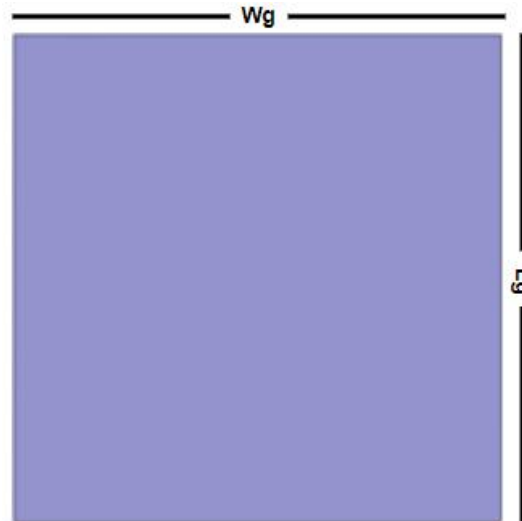
Pada Tabel 3.3 merupakan ukuran dimensi antena microstrip patch triangular sebelum menggunakan metode *Defected Ground Structure* (DGS). Hasil tabel tersebut diperoleh sesuai perhitungan dari antena *microstrip triangular*. Dengan ukuran dimensi tersebut bertujuan untuk mengetahui hasil parameter dari patch *triangular* itu sendiri. Parameter yang didapatkan berupa *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain*, dan pola radiasi.

### 3.4 RANCANGAN AWAL SIMULASI ANTENA

#### 3.4.1 Desain Antena *Microstrip Patch Triangular* Sesuai Perhitungan



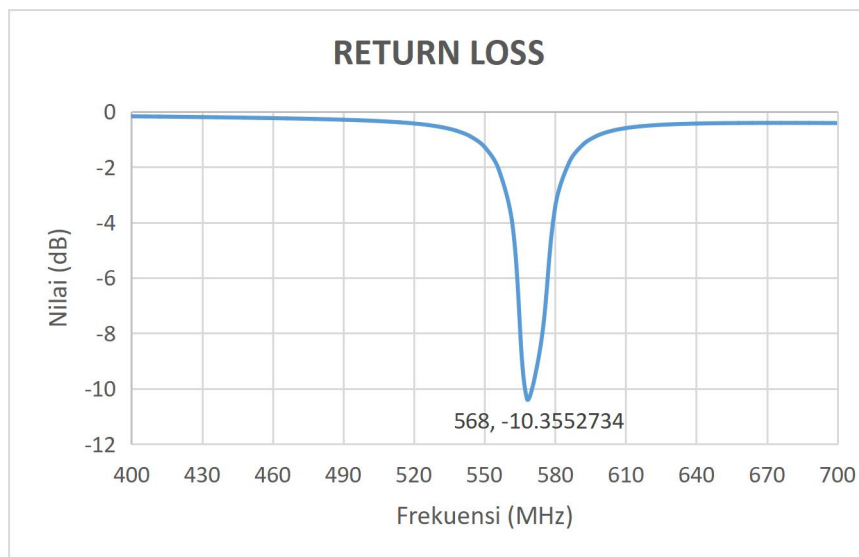
**Gambar 3.2 Tampak Depan Desain Awal Antena *Microstrip***



**Gambar 3.3 Tampak Belakang Desain Awal Antena Microstrip**

Pada Gambar 3.2 dan 3.3 menunjukkan hasil desain dari antena *microstrip patch triangular* dengan menggunakan ukuran dimensi antena sesuai perhitungan. Tujuan dari desain antena microstrip untuk mengetahui nilai parameter yang diperoleh dari desain tersebut apakah sudah sesuai dengan spesifikasi antena pada penelitian ini.

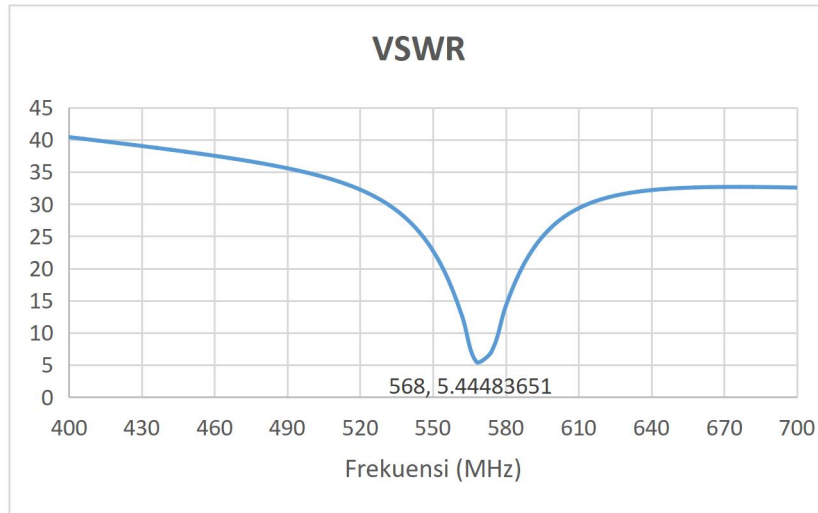
### 3.4.2 Hasil Parameter Desain Awal Antena *Microstrip*



**Gambar 3.4 Hasil *Return loss* Desain Awal Antena *Microstrip***

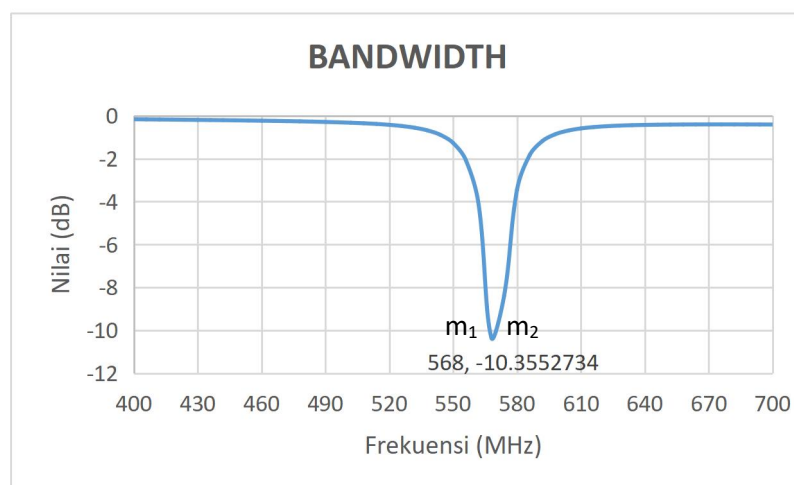
Pada Gambar 3.4 menunjukkan hasil simulasi nilai *return loss* yang dihasilkan pada frekuensi 568 MHz sebesar -10,355 dB. Dengan hasil tersebut,

hal ini sesuai dengan standar nilai pada parameter *return loss* yaitu  $\leq -10$ dB. Pada desain awal ini tanpa menggunakan metode belum mendapatkan frekuensi *center* yang sesuai yaitu 586 MHz. Maka dari itu perlu dilakukan optimasi agar mendapatkan hasil yang diharapkan.



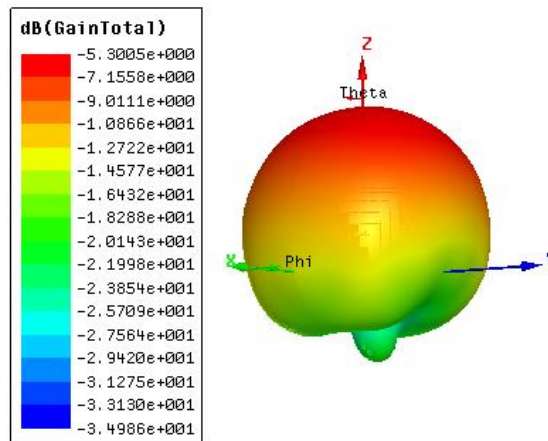
**Gambar 3.5 Hasil VSWR Desain Awal Antena *Microstrip***

Pada Gambar 3.5 menunjukkan hasil simulasi nilai VSWR yang dihasilkan pada frekuensi 568 MHz sebesar 5,444 yang berarti nilai tersebut belum sesuai dengan standar spesifikasi parameter VSWR  $< 2$ . Namun, untuk frekuensi yang didapatkan juga belum sesuai dengan spesifikasi antenna atau frekuensi *center* yang diharapkan yaitu pada frekuensi 586 MHz.



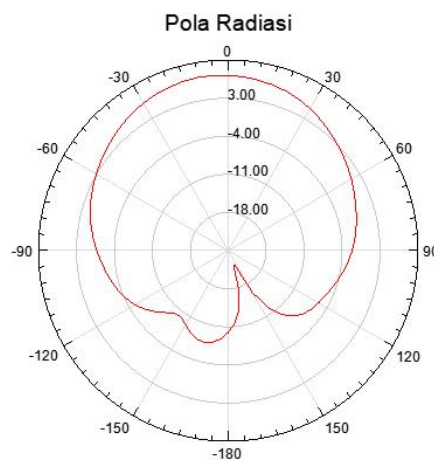
**Gambar 3.6 Hasil *Bandwidth* Desain Awal Antena *Microstrip***

Pada Gambar 3.6 menunjukkan hasil simulasi nilai *bandwidth* yang dihasilkan dari frekuensi  $m_2$  yaitu 569 MHz sampai  $m_1$  yaitu 567 MHz dengan *bandwidth* sebesar 2 MHz. Hasil yang diperoleh masih kecil karena antenna *microstrip* itu sendiri memiliki kekurangan yaitu *bandwidth* yang sempit maka dari itu perlu dioptimasi dan ditambahkan dengan metode yang diinginkan.



**Gambar 3.7 Hasil *Gain Total* Desain Awal Antena *Microstrip***

Pada Gambar 3.7 menunjukkan hasil simulasi nilai *gain* total yang dihasilkan sebesar -5,3005 dBi. Hasil tersebut belum sesuai dengan standar parameternya  $> 3$  dBi karena ukuran dimensi pada desain tersebut masih sesuai dengan perhitungan, belum ditambahkan metode dan belum dioptimasi. Pada antenna *microstrip* juga memiliki kekurangan selain *bandwidth* yang sempit juga memiliki kekurangan yaitu nilai *gain* yang rendah.



**Gambar 3.8 Hasil Pola Radiasi Desain Awal Antena *Microstrip***

Pada Gambar 3.8 menunjukkan hasil simulasi pada pola radiasi memperoleh bentuk *Directional*. Dengan hasil tersebut, dikarenakan pola radiasi dengan pancaran terkuatnya diarahkan ke suatu arah tertentu tetapi dapat menjangkau jarak yang relatif jauh. Dari hasil parameter rancangan awal simulasi antenna microstrip patch triangular memperoleh beberapa parameter yang belum sesuai dengan spesifikasi antenna dapat dilihat pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Hasil Parameter Desain Awal Antena *Microstrip Patch Triangular***

<b>Parameter</b>	<b>Desain Awal Antena Microstrip</b>
<i>Return Loss</i>	-10.355 dB
VSWR	5.444
<i>Bandwidth</i>	2 MHz
<i>Gain Total</i>	-5.3005 dBi
Pola Radiasi	<i>Directional</i>