

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Alat dan Bahan**

Guna membantu penelitian ini untuk memperoleh beberapa parameter dari antenna *offset* antenna seperti *Gain* dan *Radiation Patterm* diperlukan *hardware* (perangkat keras) dan juga *software* (perangkat lunak) yang memadai untuk melakukan simulasi antenna *offset* VSAT

##### **3.1.1 Hardware**

Pada proses penelitian ini diperlukan *hardware* (perangkat keras) yang mana spesifikasinya cukup untuk menjalankan *software* simulasi antenna yaitu *Personal Computer* (PC) dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Intel Core i3 (Intel Core i5 direkomendasikan)
2. *Windows* 10 (64-bit)
3. RAM 8 Gb atau lebih

##### **3.1.2 Software**

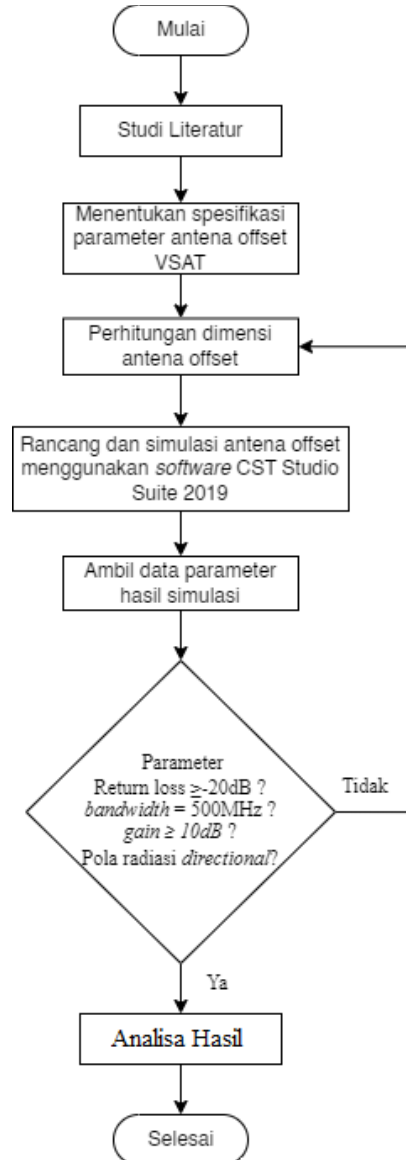
1. *CST Studio Suite 2019 software* desain model antenna dan juga analisis antenna yang telah terpercaya digunakan dalam bidang *wireless signal* khususnya antenna. Melalui *CST Studio Suite*, simulasi untuk memperoleh parameter antenna yang meliputi *gain*, *VSWR*, *gain*, bahkan pola radiasi.
2. Microsoft Office Excel sebagai software pendukung dalam mengolah hail simulasi yang diperoleh oleh *CST Studio Suite*. Dari hasil data simulasi yang diperoleh dapat diolah sajian dengan Microsoft *Office Excel* sesuai dengan kebutuhan sehingga hasil simulasi dapat lebih diolah dan ditampilkan.

##### **3.1.3 Data perhitungan**

Hasil simulasi antenna *offset* dengan frekuensi *Ku-Band* 12,6 GHz yang diperoleh dari *CST Studio Suite 2019* yang sebelumnya telah melalui perancangan

dan perhitungan dimensi antenna. Hasil dari simulasi dianalisis pada *radiation pattern* dan *gain*.

### 3.2 Alur Penelitian



**Gambar 3.1** Flowchart alur penelitian secara umum

Berikut keterangan terkait tahapan penelitian yang terdapat di *flowchart* :

#### 1. Studi Literatur

Pada tahap awal, penulis mencari permasalahan yang terjadi dalam komunikasi VSAT melalui penelitan-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Kemudian, penegerucutan masalah untuk menentukan penelitian dan referensi yang sebelumnya telah melakukan antenna yang tepat dalam komunikasi VSAT untuk meminimalisir permasalahan yang kan diangkat.

## 2. Menentukan Spesifikasi Antena

Tahap ke-dua yaitu menentukan spesifikasi performa antena melalui parameter yang diperlukan sebagai komunikasi VSAT pada rentang frekuensi *Ku-Band* yang meliputi frekuensi yang digunakan, kemudian parameter antena lainnya seperti *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, dan *radiation pattern*. Maka, penulis meneneahui batasan-batasan masalah yang harus dicapai atau dioptimalkan melalui geometri antena untuk menjawab beberapa permasalahan yang terjadi di seputar komunikasi VSAT.

## 3. Perhitungann dimensi antena

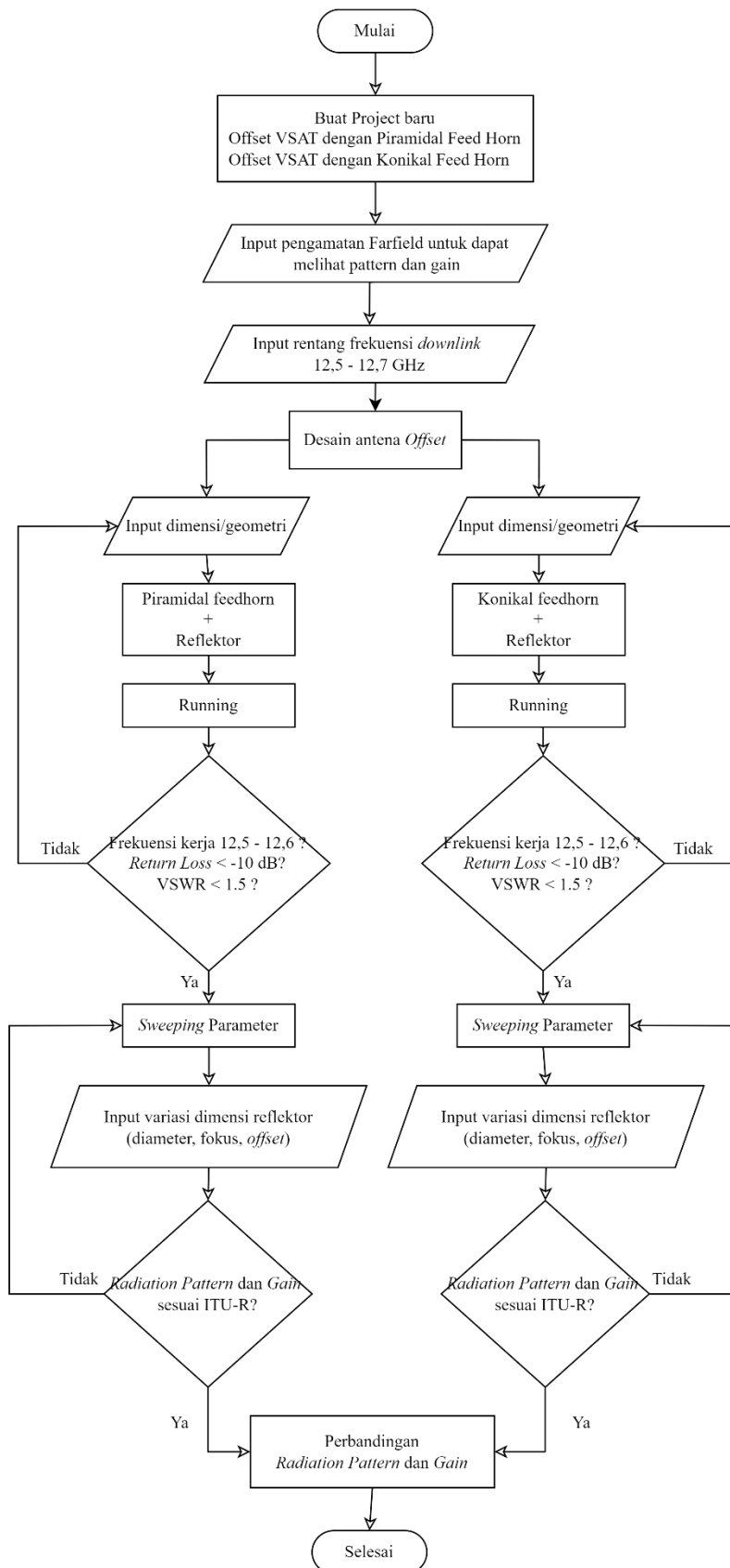
Tahap perhitungan merupakan salah satu perancangan antena *offset* VSAT yang digunakan untuk diteliti bagian pola radiasi dan *gain* yang dihasilkan pada setiap geometri antena *offset* yang disimulasikan yang diantaranya diameter, fokus, rasio *f/D*, dan *offset dish* apakah sudah mencapai dan menjawab sesuai dengan permasalahan yang diperoleh pada langkah pertama.

## 4. Rancang dan simulasi antena

Tahap ke-empat yaitu merancang atau mendesain antena *offset* kemudian mensimulasikannya. Penulis menggunakan *software CST Studio Suite 2019* untuk melakukan desain dan simulasi untuk memperoleh parameter yang diperlukan untuk dianalisis performansi antenanya. Perancangan dibagi menjadi 2 bagian yaitu antena *offset* yang menggunakan piramidal *feed* dan *circular feed* sebagai perbandingan manakah yang menghasilkan pola radasi dan *gain* yang optimal untuk menekan interferensi dalam komuikasi VSAT dengan frekuensi *Ku-Band*.

## 5. Analisis perbandingan hasil simulasi

Tahap ke-lima yaitu analisa, hasil yang diperoleh dari simulasi antena dianalisis melalui parameter seperti *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, dan *radiation pattern*. Apabila hasil yang diperoleh memiliki performa yang jelek maka akan dilakukan optimasi melalui perubahan geometri antena. Analaisis dilakukan secara bertahap mealui antena *offset* VSAT berdasar geometri antena yang disismulasikan serta pola radiasi dan *gain* yang dihasilkan apkh telah memenuhi persyaratan dalam pola radiasi dan *gain* yng diatur oleh ITU.



**Gambar 3. 2** Flowchart perancangan, desain, dan simulasi antena *offset* VSAT

Berikut merupakan deskripsi pengerjaan simulasi perancangan antenna *offset* VSAT pada flowchart di atas :

Secara umum, perancangan dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap penyesuaian frekuensi antenna *offset* pada frekuensi *Ku-Band* yang memiliki rentang frekuensi 12,5 GHz hingga 12,7 GHz yang masing-masing menggunakan piramidal *feed horn* dan konikal/*circular feed horn*. Tahap ke-2 merupakan tahap pokok pada penelitian ini yaitu pengamatan *radiation pattern* dan *gain* pada masing-masing antenna *offset* tersebut.

1. Membuat 2 project antenna *offset* VSAT, yaitu antenna *offset* dengan piramidal *feed horn* dan antenna *offset* dengan menggunakan *circular feed horn*.
2. Input rentang frekuensi rendah dan frekuensi tinggi, kemudian ceklist *farfield* pada menu “*monitor*”
3. Mulai rancang/desain antenna *offset*, perancangan dimulai dari *feed horn* kemudian reflektor, yaitu :
  - a. *Feed Horn* ,Piramidal, kemudian memasang reflektor dan mengatur konfigurasi awal antenna *offset*.
  - b. *Feed Horn* konikal/*circular*, kemudian memasang reflektor dan mengatur konfigurasi awal antenna *offset*.
4. Tahap simulasi penyesuaian frekuensi pada ke-dua antenna *offset* yang menggunakan *feed horn* yang berbeda.
  - a. Antenna *offset* dengan piramidal *feed horn*, pengamatan terhadap hasil simulasi S1.1 Parameter pada *software* CST 2019 menentukan titik rentang frekuensi 12,5 – 12,7 GHz yang memiliki nilai *return loss* < - 10 dB agar bisa dilakukan pengamatan *pattern* dan *gain* di tahap selanjutnya. Apabila tidak memenuhi parameter yang belum ditentukan, lakukan konfigurasi ulang pada dimensi *feed horn* pyramid tersebut hingga menemukan nilai *return loss* yang optimal pada frekuensi 12,5 – 12,6 GHz tersebut.
  - b. Antenna *offset* dengan *circular feed horn*, pengamatan terhadap hasil simulasi S1.1 Parameter pada *software* CST 2019 menentukan titik rentang frekuensi 12,5 – 12,7 GHz yang memiliki nilai *return loss* < - 10 dB agar bisa dilakukan pengamatan *pattern* dan *gain* di tahap selanjutnya. Apabila tidak memenuhi parameter yang belum ditentukan, lakukan konfigurasi

ulang pada dimensi *feed horn* pyramid tersebut hingga menemukan nilai *return loss* yang optimal pada frekuensi 12,5 – 12,6 GHz tersebut.

5. Tahap pengamatan pada *pattern* dan *gain* pada antena *offset* yang menggunakan 2 *feed horn* yang berbeda tersebut :
  - a. Antena *offset* dengan piramidal *horn* dan antena *offset* dengan *circular feed horn* yang telah dilakukan simulasi pada parameter *return loss*, *settings* terlebih dahulu pada “*field monitor*” pada tab “*simulation*”, klik pada menu “*type*” pilih “*farfield/RCS*” kemudian atur pada spesifikasi frekuensi, inputkan frekuensi tengah yaitu 12,6 Ghz. Setelah selesai klik *apply*, kemudian ok.
  - b. Buat template terlebih dahulu, untuk *farfield* yang akan dianalisis agar *running* simulasi antena *offset* selesai dapat memunculkan hasil dari variasi dimensi reflector yang akan dilakukan “*sweep parameter*”
  - c. Selanjutnya adalah mengatur konfigurasi melakukan “*sweep parameter*” yaitu untuk melakukan *running* simulasi pada variasi diameter yaitu diameter, focus, *offset*, dan panjang *focal*.
  - d. Start “*parameter sweep*”
6. Pengamatan *radiation pattern* dan *gain* melalui template *pattern* yang telah dibuat pada menu *farfield* untuk ditinjau dari *main lobe*, *side lobe*, dan juga *gain* yang dihasilkan oleh masing-masing antena *offset* dengan *feed horn* yang berbeda pada reflector yang sama. Manakah antena yang paling optimal jika ditinjau dari standar / rekomendasi ITU-R untuk komunikasi VSAT.

### 3.3 Spesifikasi Parameter Antena Offset

Penelitian ini bertujuan menganalisa *radiation pattern* dan *gain* pada antena *offset* yang bekerja pada frekuensi *Ku-band* 12 GHz yang mana diimplementasikan sebagai komunikasi VSAT. Parameter antena *offset* ini dirancang dan disimulasikan pada rentang frekuensi *downlink Ku-band* yaitu 12.5 – 12.7 GHz. Perancangan parameter yang meliputi *return loss*, *VSWR*, *bandwidth* untuk mengetahui kinerja antena pada frekuensi *Ku-Band* sebelum melakukan pengamatan pada parameter pola radiasi dan *gain* yang antena *offset* yang disimulasikan dari geometri antena dan penggunaan dua *feed* sebagai pembanding pada parameter pola radiasi

(*radiation pattern*) dan *gain*. Berikut merupakan perancangan parameter yang akan dicapai antena *offset*, sebagai berikut :

#### a. Return Loss

Penentuan nilai *return loss* sebagai penentu kinerja antena *offset* pada frekuensi *Ku-Band* menggunakan persamaan (2.18), maka :

$$RL = 20 \log_{10} |\Gamma|$$

$$-10 = 20 \log |\Gamma|$$

$$\frac{-10}{-20} = \log |\Gamma|$$

$$\Gamma = (10)^{\frac{1}{2}}$$

$$\Gamma = 0,3 = \frac{1}{3}$$

$\Gamma = 0$ , merupakan kondisi yang menyatakan tidak ada refleksi saluran dalam kondisi match yang sempurna,

$$RL = 20 \log |\Gamma|$$

$$= 20 \log \left| \frac{1}{3} \right|$$

$$= -9,54 \text{ dB } (-10 \text{ dB})$$

#### b. VSWR

Penentuan nilai VSWR menggunakan persamaan (2.20), sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

$$= \frac{1 + \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{3}}$$

$$= \frac{4/3}{2/3}$$

$$= 2$$

#### c. Bandwidth

Menentukan *bandwidth* menggunakan persamaan (2.19), sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Bw &= 12,5 \text{ GHz} - 12,7 \text{ GHz} \\ &= 0,2 \text{ GHz} = 200 \text{ MHz} \end{aligned}$$

Melalui hasil perhitungan di atas maka, ditetapkan sebagai *bandwidth* minimal yang perlu dicapai oleh antenna *offset* VSAT sebesar 500 MHz.

#### d. Beamwidth $\theta_{3dB}$

Antena dengan diameter 0,8 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.21)

$$\begin{aligned} \theta_{3dB} &= 70 \left( \frac{\lambda}{D} \right) \\ &= 70 \left( \frac{0,0238}{0,8} \right) \\ &= 2,08^\circ \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 0,9 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.21)

$$\begin{aligned} \theta_{3dB} &= 70 \left( \frac{\lambda}{0,9} \right) \\ &= 70 \left( \frac{0,0238}{0,9} \right) \\ &= 1,82^\circ \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 1 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.21)

$$\begin{aligned} \theta_{3dB} &= 70 \left( \frac{\lambda}{1} \right) \\ &= 70 \left( \frac{0,0238}{1} \right) \\ &= 1,67^\circ \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 1,2 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.21)

$$\begin{aligned} \theta_{3dB} &= 70 \left( \frac{\lambda}{1,2} \right) \\ &= 70 \left( \frac{0,0238}{1,2} \right) \\ &= 1,39^\circ \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 1,4 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.21)

$$\begin{aligned} \theta_{3dB} &= 70 \left( \frac{\lambda}{1,4} \right) \\ &= 70 \left( \frac{0,0238}{1,4} \right) \end{aligned}$$



$$= 1,19^\circ$$

**e. Gain**

Antena dengan diameter 0,8 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.23)

$$\begin{aligned} G_{max} &= 10 \log (\pi Df/c)^2 \\ &= 10 \log 0,6 \left( 3,14 \times 0,8 \times \frac{12,6 \times 10^{91}}{3 \times 10^8} \right)^2 \\ &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 0,8 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\ &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 0,8 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\ &= 20 \times 0,755 \\ &= 15,113 \text{ dBi} \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 0,9 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.23)

$$\begin{aligned} G_{max} &= 10 \log (\pi Df/c)^2 \\ &= 10 \log \left( 3,14 \times 0,9 \times \frac{12,6 \times 10^{91}}{3 \times 10^8} \right)^2 \\ &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 0,9 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\ &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 0,9 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\ &= 20 \times 0,806 \\ &= 16,136 \text{ dBi} \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 1 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.23)

$$\begin{aligned} G_{max} &= 10 \log (\pi Df/c)^2 \\ &= 10 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1 \times \frac{12,6 \times 10^{91}}{3 \times 10^8} \right)^2 \\ &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\ &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\ &= 20 \times 0,852 \\ &= 17,051 \text{ dBi} \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 1,2 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.23)

$$\begin{aligned}
 G_{max} &= 10 \log (\pi Df/c)^2 \\
 &= 10 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1,2 \times \frac{12,6 \times 10^{91}}{3 \times 10^8} \right)^2 \\
 &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1,2 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\
 &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1,2 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\
 &= 20 \times 0,931 \\
 &= 18,635 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

Antena dengan diameter 1,4 meter, ditentukan menggunakan persamaan (2.23)

$$\begin{aligned}
 G_{max} &= 10 \log (\pi Df/c)^2 \\
 &= 10 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1,4 \times \frac{12,6 \times 10^{91}}{3 \times 10^8} \right)^2 \\
 &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1,4 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\
 &= 20 \log 0,6 \left( 3,14 \times 1,4 \times \frac{12,6 \times 3}{10} \right) \\
 &= 20 \times 0,998 \\
 &= 19,974 \text{ dBi}
 \end{aligned}$$

#### f. Side Lobe

Pengujian terhadap pola radiasi anten *offset* VSAT untuk mengamati *side lobe level* yang dihasilkan dari pola radiasi tersebut, maka persyaratan yang digunakan ialah (Rec.ITU-R S.465-6) dengan persamaan (2.17) sebagai berikut :

$$SLL_{dB} = -10 \quad \text{dBi} \quad \text{for } 48^\circ \leq \phi \leq 180^\circ \quad (2.17)$$

Dari penentuan *side lobe level* menggunakan persamaan (2.17), maka antena *offset* VSAT yang dirancang tidak boleh lebih besar dari -10 dBi pada frekuensi *Ku-Band* sebesar 12,6 GHz untuk meningkatkan sensitivitas antena, dan memperburuk rasio sinyal-ke-bising (*Signal-to-Noise Ratio/SNR*) dalam sistem komunikasi satelit. *Side lobe* pada antena VSAT dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kegagalan dalam desain.

### 3.4 Perhitungan Dimensi Antena *Offset*

Setelah menentukan spesifikasi kinerja parameter antena untuk VSAT baik melalui kajian maupun rekomendasi dari standar yang digunakan, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan simulasi perancangan menggunakan software CST Studio Suite 2019. Perancangan antena *offset* dilakukan dengan bertahap sesuai alur perancangan sistem yang meliputi perancangan *feed horn* piramidal dan *feed horn circular*, kemudian perancangan reflektor. Nantinya, antena *offset* akan dikomparasi antara antena *offset* yang menggunakan piramidal *feed horn* dan antena *offset* yang menggunakan *circular feed horn* manakah dari ke-dua antena *offset* tersebut yang memiliki pola radiasi (*radiation pattern*) dan *gain* yang lebih optimal.

#### 3.4.1 perhitungann Dimensi ,Piramidal *Feed Horn*

Antena yang dirancang pada *CST Studio Suite* 2019, dilakukan berdasarkan perhitungan mulai reflektor dan *feed horn* dan juga geometri kemiringan *dish* antena sehingga menghasilkan geometri antena. Antena *offset* yang digunakan memiliki 2 komponen utama yaitu *feed horn* dan reflektor. Penulis menggunakan 2 jenis *feed horn* yang akan digunakan diantaranya *circular* dan piramidal sebagai pembanding manakah *pattern* dan *gain* diantara ke-dua *feed horn* tersebut yang memiliki performa terbaik untuk VSAT.

##### 1. Menghitung dimensi *feed horn* piramidal

Untuk menentukan dimensi piramidal *feed* yang akan dirancang, langkah awal yaitu dengan dengan menghitung panjang gelombang pada frekuensi kerja antena *offset* yaitu 12,6 GHz menggunakan persamaan ..

$$\begin{aligned}\lambda &= C/F \\ &= \frac{3 \times 10^8}{12,6 \times 10^9} \\ &= 0,023m\end{aligned}$$

##### 2. Menghitung dimensi panjang (*a*) dan lebar (*b*) pada bagian *aperture* menggunakan persamaan (2.6) dan (2.7) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}a &= 0,5\lambda \\ &= 0,5 \times 0,023 \\ &= 0,011 m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
b &= 0,25\lambda \\
&= 0,25 \times 0,023 \\
&= 0,005 \text{ m}
\end{aligned}$$

3. Menghitung dimensi *flared horn* bagian panjang ( $a_1$ ) dan lebar ( $b_1$ ) menggunakan persamaan (2.1) dan (2.2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
a_1 &= 5,5 \lambda \\
&= 5,5 \times 0,023 \\
&= 0,126 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
b_1 &= 2,75\lambda \\
&= 2,75 \times 0,023 \\
&= 0,063 \text{ m}
\end{aligned}$$

4. Menghitung bagian panjang mulut *flared horn* seperti gambar 2.5 bidang  $\rho_e$  dan bidang  $\rho_h$  menggunakan persamaan (2.3), (2.4) dan (2.5) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\rho_e &= \sqrt{\rho_1^2 + 0,25 b_1^2} \\
&= \sqrt{6\lambda^2 + 0,25 \times 2,75\lambda^2} \\
&= 6,1555
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_e &= (b_1 - b) \sqrt{\left(\frac{\rho_e}{b_1}\right)^2 - \frac{1}{4}} \\
&= (0,063 - 0,005) \sqrt{\left(\frac{6,155}{0,063}\right)^2 - \frac{1}{4}} \\
&= 0,368 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_h &= \sqrt{\rho_2^2 + 0,25 a_1^2} \\
&= \sqrt{6\lambda^2 + 0,25 \times 5,5\lambda^2} \\
&= 6,6
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_h &= (a_1 - a) \sqrt{\left(\frac{\rho_h}{a_1}\right)^2 - \frac{1}{4}} \\
&= (0,126 - 0,011) \sqrt{\left(\frac{6,6}{0,126}\right)^2 - \frac{1}{4}} \\
&= 0,432 \text{ m}
\end{aligned}$$

### 3.4.2 Menghitung Dimensi *Circular Feed Horn*

Perhitungan untuk mendapatkan dimensi dan karakteristik *feed horn circular* yang digunakan dalam konfigurasi antena *offset* yaitu untuk mengumpulkan dan memusatkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi kerja yang telah ditentukan. Untuk menghitung dimensi *feed horn circular* ini dapat menggunakan persamaan

#### 1. Menghitung diameter kerucut

Untuk menentukan diameter pada bagian *cone* dapat diperlukan Panjang gelombang ( $\lambda$ ), dan nilai *thetha* ( $\theta$ ) 30 dapat menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D_m &= \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \\ &= \frac{0,0238}{2 \sin 30} \\ &= \frac{0,0238}{2 \times 0,5} \\ &= 0,0238 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 2. Menghitung bagian panjang kerucut

Untuk menghitung panjang kerucut hampir sama halnya dengan menghitung diameter kerucut diperlukan Panjang gelombang ( $\lambda$ ), dan nilai *thetha* ( $\theta$ ) 30, menghitungnya dapat menggunakan persamaan (2.9) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{cone} &= \frac{\lambda}{4 \sin \theta} \\ &= \frac{0,0238}{4 \sin 30} \\ &= \frac{0,0238}{4 \times 0,5} \\ &= 0,0119 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 3. Diameter *horn flare*

Untuk menghitung diameter *aperture* yang berbentuk *circular* atau konikal ini diperlukan Diameter *cone* ( $D_{cone}$ ) dan juga nilai *thetha* ( $\theta$ ) yang bernilai 30. Maka untuk menghitung *circular aperture*nya dapat menggunakan persamaan (2.10) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
d &= D_{\text{cone}} \times \tan \theta \\
&= 0,0238 \times \tan 30 \\
&= 0,0238 \times 0,577 \\
&= 0,013 \text{ m}
\end{aligned}$$

### 3.4.3 Menghitung Dimensi Reflektor

Menghitung reflektor dimulai dengan menentukan batas maksimal lingkaran sebagai diameter, pada tahap awal menentukan besar reflektor 0,8 meter, sehingga perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut :

$$D = 0,8 \text{ meter}$$

Perhitungan efisiensi antena apabila menggunakan diameter 0,8 meter pada rasio  $f/D$  0,5 menggunakan persamaan (2.13), sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\theta_0 &= 2 \arctan\left(\frac{1}{4f/D}\right) \\
&= 2 \arctan\left(\frac{1}{4 \times 0,5}\right) \\
&= 53,13^\circ
\end{aligned}$$

Selanjutnya, menentukan jarak fokus antena, menggunakan persamaan (2.14) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
F &= \frac{D}{4 \tan\left(\frac{\theta_0}{2}\right)} \\
&= \frac{0,8}{4 \tan\left(\frac{53,13^\circ}{2}\right)} = \frac{0,8}{1,999} \\
&= 0,400 \text{ m} \Rightarrow (40 \text{ cm})
\end{aligned}$$

### 3.4.4 Menghitung Geometri Offset Dish

Menghitung kemiringan elevasi dari *dish* reflektor maka diperlukan *radiant* (R) dan juga fokus (f) dari reflektor yang sebelumnya telah dilakukan perhitungan. Gunakan persamaan (2.15) untuk menghitungnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\theta_m &= \arctan\left(\frac{F}{Rad}\right) \\
&= \arctan\left(\frac{0,4}{0,4}\right) = 45^\circ
\end{aligned}$$

### 3.5 Perancangan Antena *Offset*

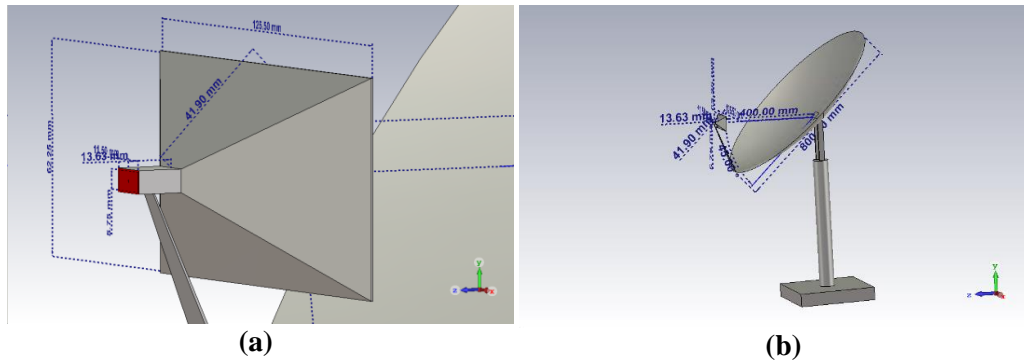
#### A. Antena *Offset* Dengan ,*Piramidal Feed*

Percobaan pertama pada antena *offset* dilakukan dengan memasang *feed* dengan tipe *piramidal horn* untuk dilakukan pengamatan terhadap *pattern* dan *gain* yang memiliki performa optimal sebagai antena VSAT. Simulasi ini dapat dilakukan dengan 2 tahap yaitu simulasi dimensi geometri berdasarkan formula dan simulasi dimensi geometri setelah dilakukan optimasi. Pengamatan performa antena *offset* ini, melalui standar parameter untuk VSAT yang telah ditentukan yang meliputi *bandwidth*, *range* frekuensi, *return loss*, *VSWR*, *drectivity*, hingga *Pattern* dan *Gain*.

**Tabel 3. 1 Perencanaan geometri dan ukuran antena *offset* menggunakan *feed horn* piramidal**

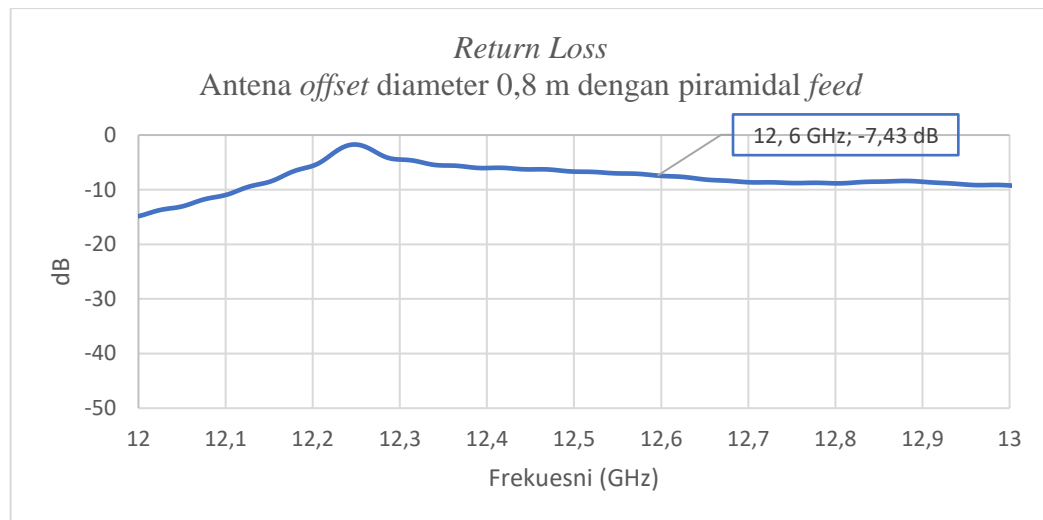
No.	Perangkat		Geometri Perangkat	Nilai
1.	<i>Feed horn</i>	<i>Aperture</i>	a	0.011 m
			a <sub>1</sub>	0.126 m
			b	0.005 m
			b <sub>1</sub>	0.063 m
		<i>Flared horn</i>	$\rho_e$	0,368 m
			$\rho_h$	0.432 m
2	Reflektor		Diameter	0,8 m
			Fokus	0.4 m
			<i>Offset dish</i>	45°

Pada tabel 3.2 merupakan hasil perhitungan untuk merancang antena *offset* dengan *piramidal feed* perancangan yang dimulai dari *feed* yang dibagi menjadi dua bagian yaitu *aperture* dan *flared horn* pada *piramidal feed*. Kemudian, merancang reflektor yang nantinya memperoleh geometri untuk fokus dan *offset dish* parabola. Hasil perancangan tabel 3.2 dapat dilihat pada gambar 3.3 yang menunjukkan bagian-bagian *piramidal feed* dan juga reflektor yang digunakan pada antena *offset* VSAT perancangan awal untuk frekuensi *Ku-Band* 12,6 GHz.



**Gambar 3. 3** bagian dan geometri antenna *offset* (a) piramidal *feed* (b) geometri antenna *offset*

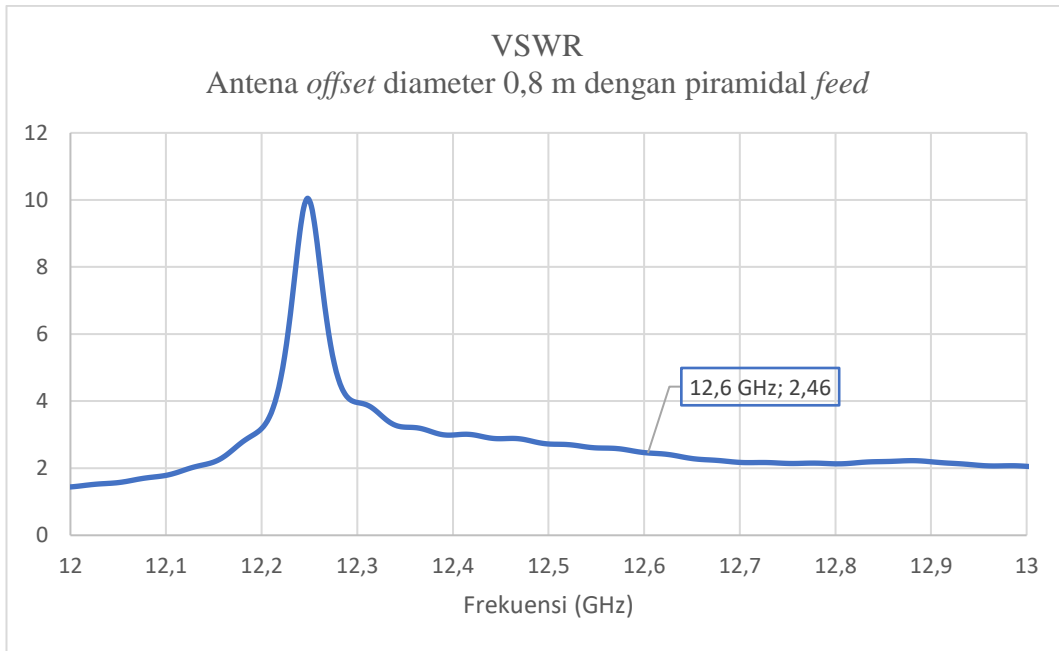
Pada gambar 3.3 merupakan antenna *offset* dengan piramidal *feed* dengan geometri pada tabel 3.2. Simulasi untuk hasil perancangan awal antenna *offset* VSAT ini, dengan konfigurasi geometri pada tabel 3.2 di atas pada parameter *return loss*, *VSWR*, *bandwidth* dan juga pada pola radiasi (*radiation pattern*) dan *gain* termasuk *side lobe* yang dihasilkan. Hasil simulasi disajikan pada kurva-kurva berikut ini.



**Gambar 3. 4** Hasil simulasi *return loss* antenna *offset* dengan piramidal *feed horn*

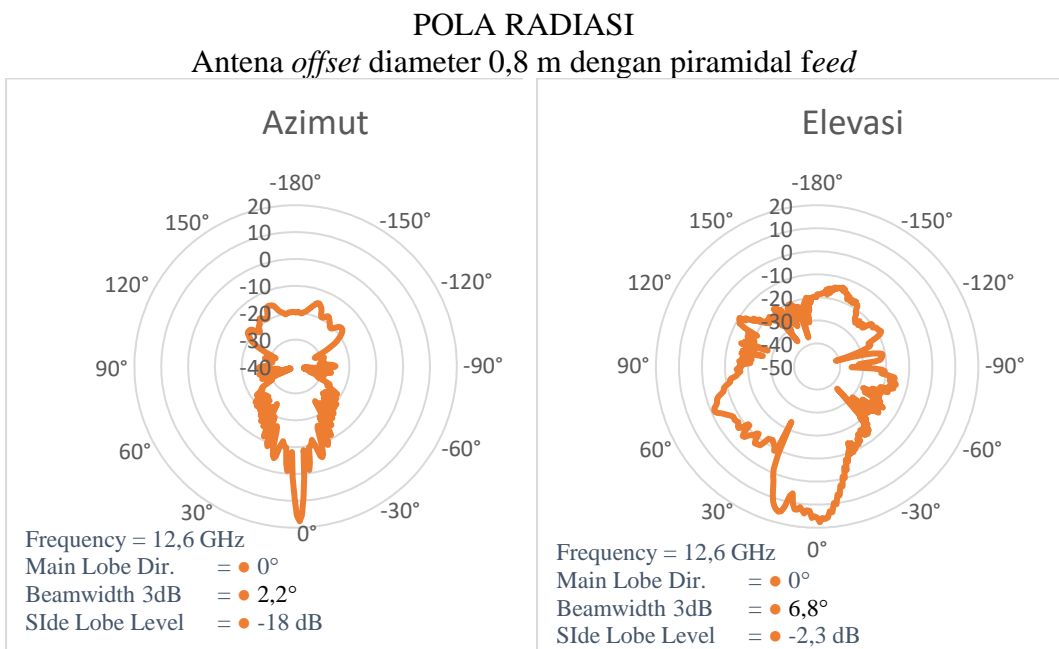
Hasil simulasi pada gambar 3.4 di atas menunjukkan antenna *offset* VSAT yang dirancang belum dapat berkerja pada frekuensi yang dirancang sebelumnya yaitu 12,6 GHz karena nilai *return loss* yang belum memenuhi spesifikasi *return loss* yaitu lebih dari -10 dB sehingga untuk pengukuran *bandwidth* juga tidak dapat dilakukan karena tidak memiliki titik frekuensi bawah pada -10 dB dan frekuensi atas juga pada -10 dB. Kejadian tersebut salah satu penyebabnya yaitu dimensi atau ukuran piramidal *feed* yang belum sesuai untuk bekerja pada frekuensi 12,6 GHz.





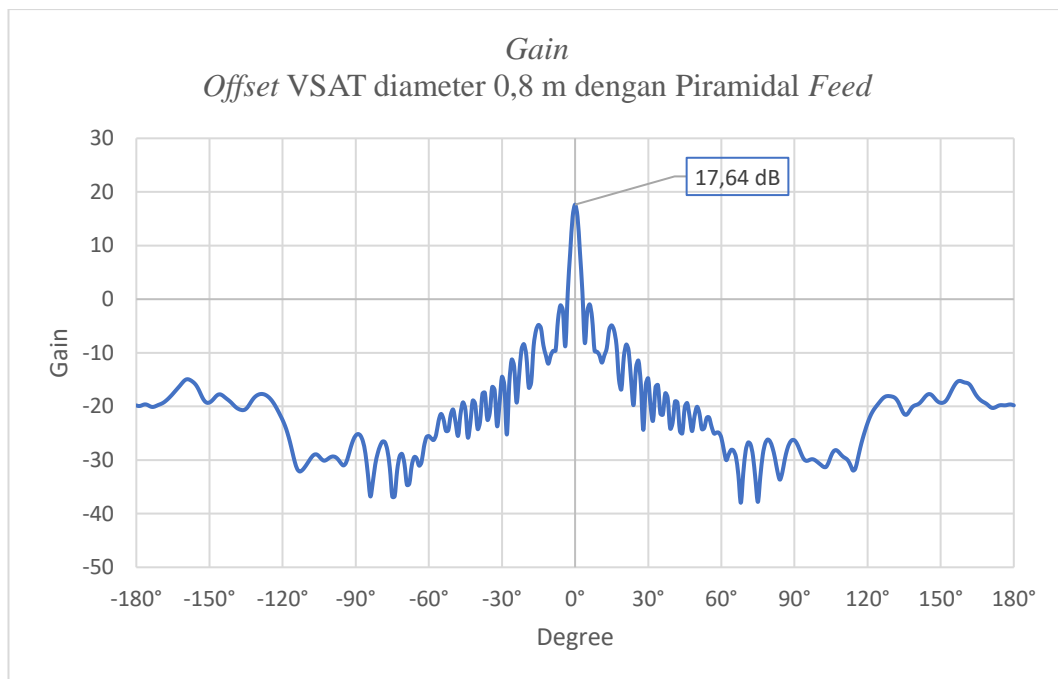
**Gambar 3. 5** Grafik VSWR antena *offset* dengan *feed horn* piramidal

Hasil simulasi VSWR pada gambar 3.5 di atas menunjukkan nilai VSWR yang masih belum memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan yaitu kurang dari 2 pada frekuensi 12,6 GHz. Menunjukkan nilai  $VSWR \geq 2$ , maka dalam simulasi antena *offset* pertama ini parameter VSWR belum memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Ini dapat disebabkan oleh faktor parameter *return loss* yang juga belum memenuhi ketentuan parameter yang ditentukan yaitu  $\leq -10$  dB.



**Gambar 3. 6** Hasil simulasi pola radiasi yang diamati dari bidang azimut dan elevasi

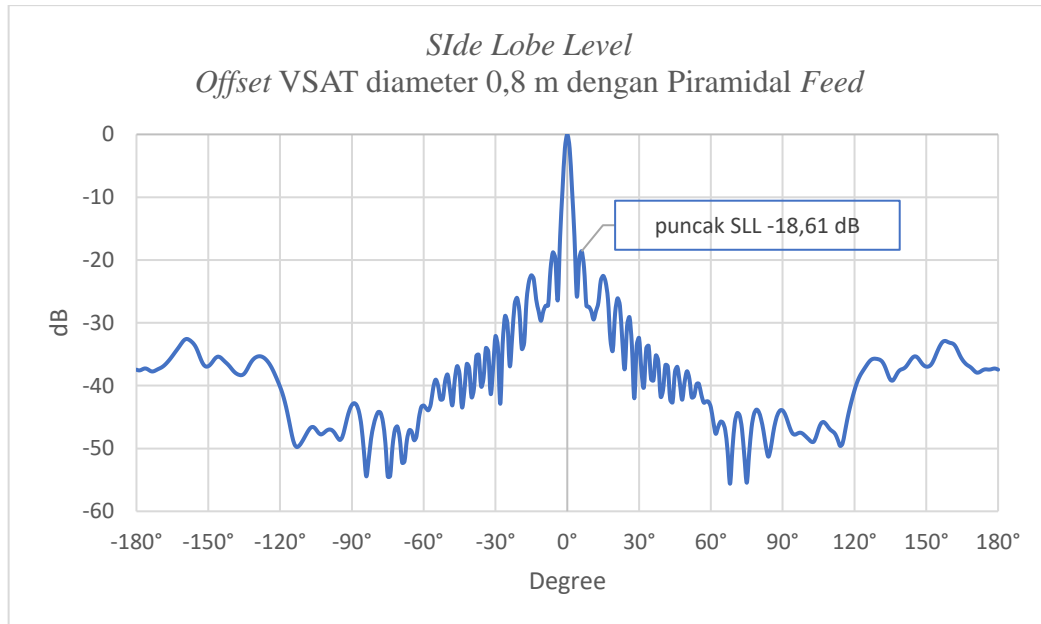
Pada gambar 3.6 pola radiasi yang yang diamati dari bidang azimut membentuk pola radisi *directional* mengarah pada 1 arah *main lobe* yaitu  $0^\circ$ , pengamatan ini diperoleh sesuai pengamatan pada *main lobe* yang juga dihasilkan penguatan maksimum (*gain*) pada arah  $0^\circ$  yang menghasilkan 17,64 dBi (dapat dilihat pada gambar (3.7) dengan *beamwidth*  $2,2^\circ$ , dari pengamatan pola radiasi yang utama sudah memenuhi spesifikasi pola radiasi yang ditentukan pada parameter  $gain > 15,113$  dB,  $beamwidth \leq 2,08^\circ$ , dan  $side\ lobe\ level \leq -10$  dBi. Kemudian, diamati pada bidang elevasi nilai *beamwidth* dan *side lobe* justru membesar dikarenakan pengamatan dilakukan pada bidang yang berbeda yang tidak berorientasi pada *main lobe*. Jadi, untuk pola radiasi antenna dengan geometri ini masih belum optimal karena belum mencapai spesifikasi yang diharapkan.



**Gambar 3. 7 Hasil simulasi *gain* antenna *offset* VSAT dengan diameter 0,8 meter**

Hasil simulasi *gain* pada gambar 3.7, ditunjukkan pada *main lobe* dengan puncak radiasi yang ditunjukkan pada kurva di atas mencapai angka 17,64 dB pada antenna *offset* berdiameter 0,8 meter, yang mana *gain* yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan pada antenna 0,8 meter yaitu 15,113 dBi. Antena *offset* VSAT direksional ini sudah memiliki *gain* yang tinggi, maka maka idelnya *beam width* ang dihasilkan juga rendah sesuai perancangan antenna *offset* VSAT dengan diameter 0,8 sudah tercapai dengan menggunakan piramidal *feed*

sehingg sudah dapat telekomunikasi dengan sistem gelombang mikro (*microwave*) untuk komunikasi ke satelit.



**Gambar 3. 8 Hasil simulasi *side lobe* antena *offset* VSAT diameter 0,8 meter**

Pada gambar 3,8 hasil simulasi menunjukkan bagian *side lobe* secara spesifik ditunjukkan pada nilai puncak *side lobe level* yang diperoleh pada pola radiasi di angka -18,61 dB, ini menunjukkan bahwa *side lobe level* sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu  $\leq -10$  dBi, faktor *side lobe* ini pula menjadi salah satu penyebab tidak tercapainya parameter pola radiasi yang lain. Penyebab dari *gain* yang kurang optimal (pada gambar 3.7) dan belum memenuhi parameter yang diharapkan karena faktor pola radiasi juga yang belum maksimal dari *beamwidth* yang kurang optimal dari *side lobe* yang masih relatif tinggi (pada gambar 3.8) dan juga perlu optimasi konfigurasi antena *offset*.

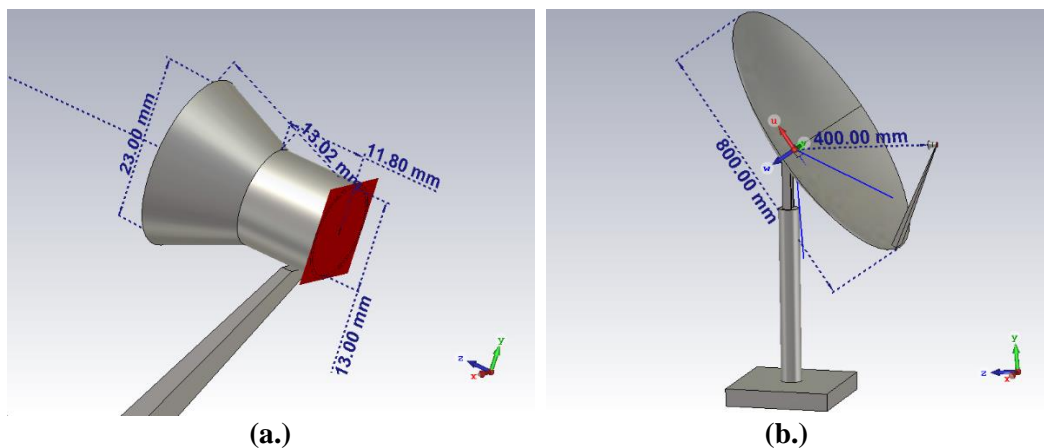
## **B. Antena *Offset* Dengan Konikal *Horn***

Simulasi sesuai dengan perancangannya ialah antena *offset* dengan menggunakan *circular feed horn* untuk mengamati bagaimana *radiation pattern* dan *gain* yang dihasilkan dari antena *offset* untuk memenuhi kinerja VSAT pada frekuensi *Ku-Band* 12 GHz. Sebelum melakukan pengamatan terhadap *radiation pattern* dan *gain* antena perlu memenuhi spesifikasi parameter pada frekuensi kerja *Ku-Band* yaitu 12,6 GHz melalui *return loss* dan *VSWR*.

**Tabel 3. 2 Perencanaan geometri dan ukuran antenna *offset* menggunakan *feed horn* *circular***

No.	Perangkat		Geometri Perangkat	Nilai
1.	<i>Feed horn</i>	<i>Aperture</i>	$D_{cone}$	0,0238 m
			$L_{cone}$	0,0119 m
		<i>Flared horn</i>	$D_{flare}$	0,013 m
			$L_{flare}$	0,0119 m
2	Reflektor		Diameter	0,8 m
			Fokus	0.4 m
			<i>Offset dish</i>	45°

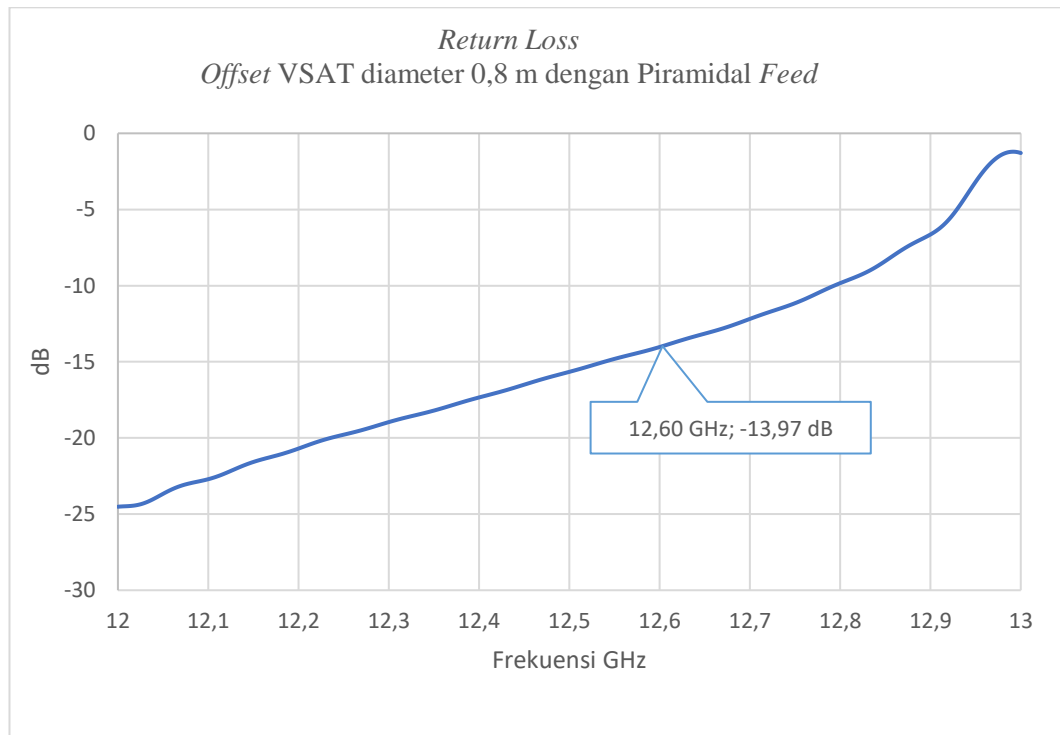
Pada tabel 3.3 merupakan hasil perhitungan untuk merancang antenna *offset* dengan *circular feed* perancangan yang dimulai dari *feed* yang dibagi menjadi dua bagian yaitu *aperture* dan *flared horn* pada piramidal *feed*. Kemudian, merancang reflektor yang nantinya memperoleh geometri untuk fokus dan *offset dish* parabolanya. Hasil perancangan tabel 3.3 dapat dilihat pada gambar 3.9 merupakan antenna *offset* dengan *circular feed* beserta geometri konfigurasi untuk frekuensi *Ku-Band* dengan frekuensi 12,6 GHz sebagai berikut :



**Gambar 3. 9 Antena *offset* 0,8 meter dengan *circular feed horn* (a) bagian piramidal *feed*, (b) antena *offset* VSAT**

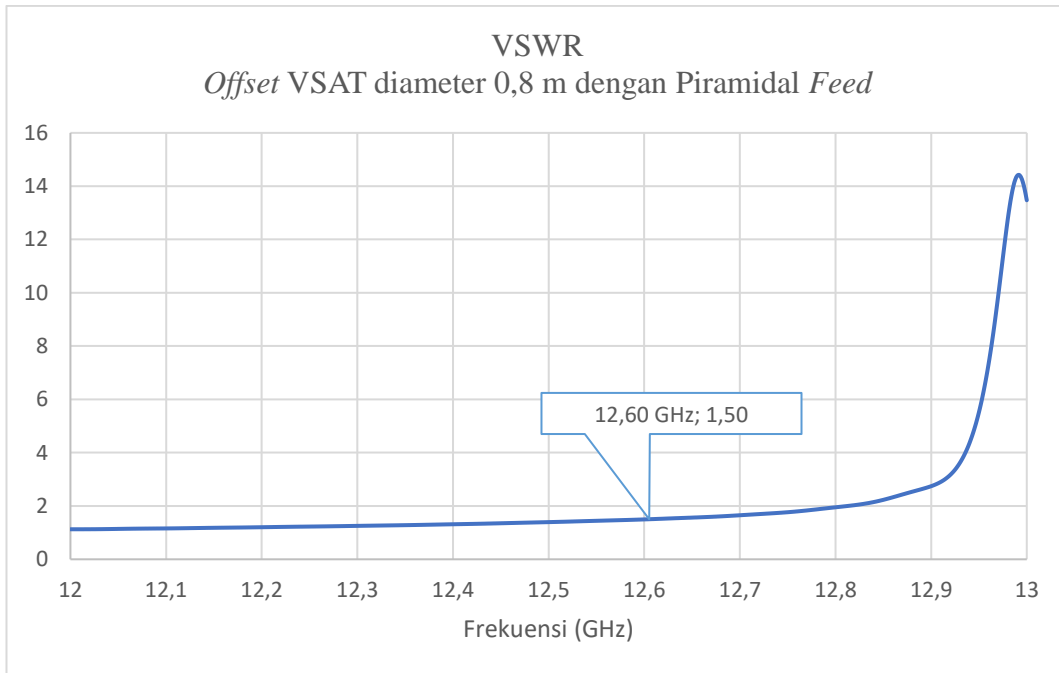
Pada gambar 3.9 menunjukkan antena *offset* VSAT yang dirancang pada awal penelitian untuk diamati parameter antena termasuk pola radiasi dan *gain* yang dihasilkan sebagai referensi awal yang akan digunakan dalam optimasi pola radiasi

dan *gain* pada antenna *offset* VSAT selanjutnya Pengujian dilakukan pada parameter *return loss*, *bandwidth*, VSWR kemudian pada parameter utm pada penelitian ini yaitu pola radiasi dan *gain* untuk mencapai ntena VSAT yang rendah interferensi.



**Gambar 3. 10 Hasil simulasi *return loss* antenna *offset* dengan *circular feed horn***

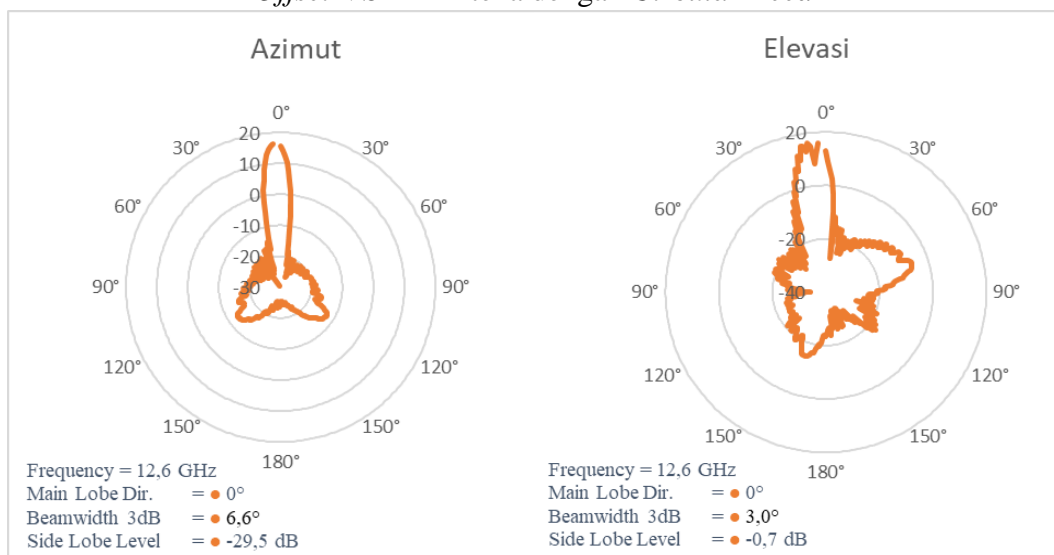
Hasil simulasi pada gambar 3.10 menunjukkan antenna *offset* VSAT yang dirancang belum dapat berkerja pada frekuensi yang dirancang sebelumnya yaitu 12,6 GHz karena nilai *return loss* yang belum memenuhi spesifikasi *return loss* yaitu lebih dari -10 dB sehingga untuk pengukuran *bandwidth* juga tidak dapat dilakukan karena tidak memiliki titik frekuensi bawah pada -10 dB dan frekuensi atas juga pada -10 dB. Penyebabnya salah satu dimensi atau ukuran piramidal *feed* yang belum sesuai untuk bekerja pada frekuensi 12,6 GHz. Hasil *return loss* ini yang tidak menunjukkan kurva yang tidak dapat untuk pengukuran *bandwidth* disebabkan dari sisi geometri *circular feed* yang tidak mendukung pada frekuensi yang telah ditentukan pada tabel 3.1. Jadi, antenna belum dapat dipastikan bekerja pada frekuensi 12,6 GHz karena *bandwidth* tidak dapat diukur dari dua titik pada titik minimal *return loss* yaitu -10 dB. Jadi, *return loss* yang diperoleh daya yang hilang pada gelombang sehingga tidak kembali sebagai pantulan masih sesuai perancangan yaitu  $\leq -10$  dB.



**Gambar 3. 11 Hasil simulasi VSWR antenna *offset* dengan *circular feed horn***

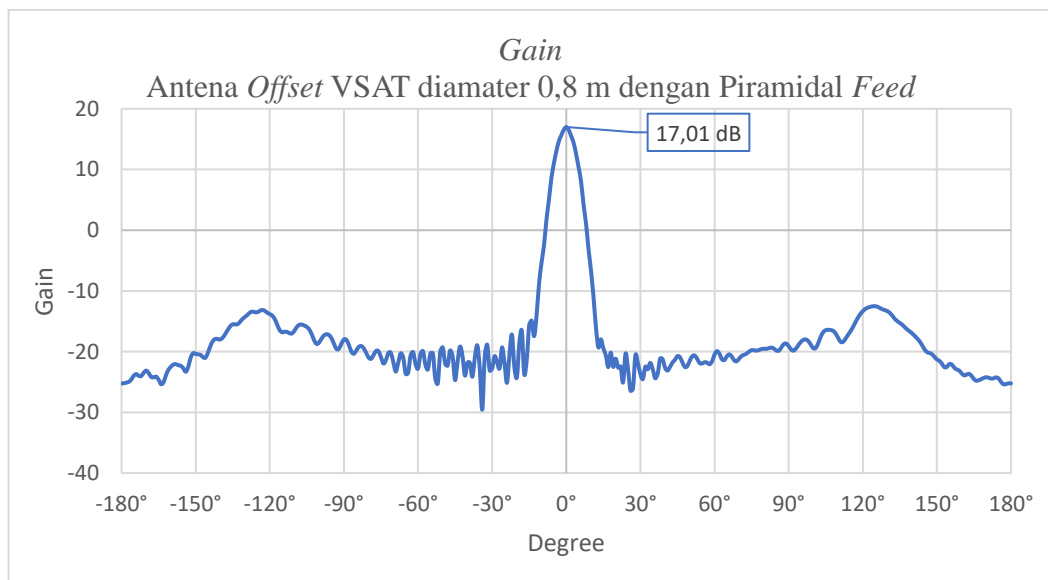
Hasil simulasi VSWR pada gambar 3.11 di atas menunjukkan nilai VSWR pada 1,5 tepat di frekuensi 12,60, maka VSWR ini telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan yaitu kurang dari 2 pada frekuensi 12,6 GHz. Pada VSWR antenna *offset* yang menggunakan *circular feed*, memiliki VSWR yang lebih baik dibandingkan dengan antenna *offset* yang menggunakan piramidal *feed*.

**POLA RADIASI**  
*Offset VSAT Antena dengan Circular Feed*



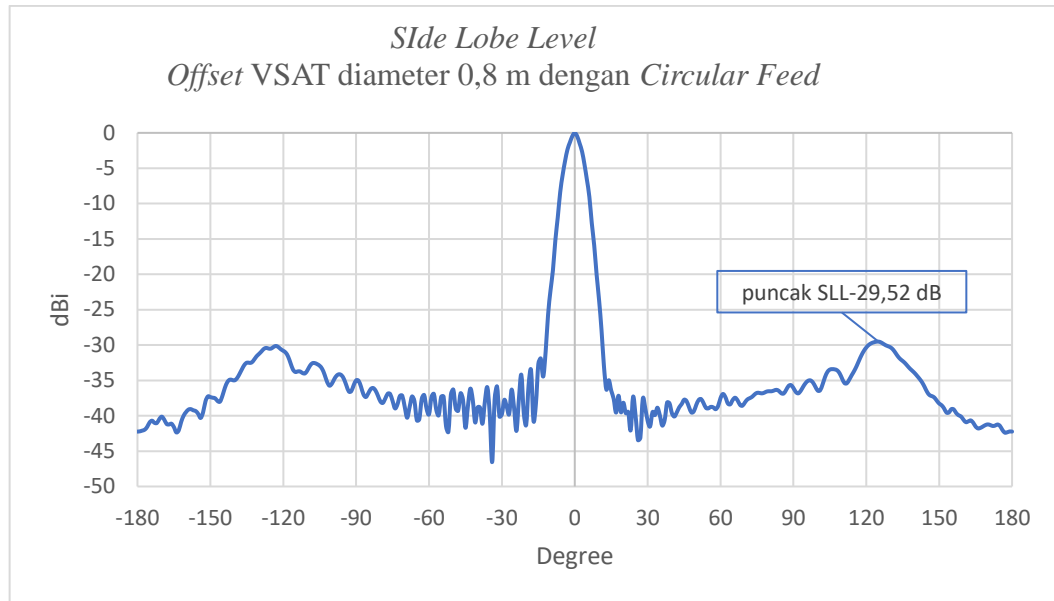
**Gambar 3. 12 Hasil simulasi *radiation pattern* antenna *offset* dengan *circular feed horn***

Pola radiasi antenna *offset* dengan *circular feed* pada gambar 3.12 yang diamati dari 2 bidang azimut dan elevasi telah menunjukkan pola radiasi dengan jenis *directional* yaitu arah *beam* (*main lobe directon*) ke 1 arah dengan lebar *beam* (*beamwidth*) yang sempit. Antena *offset* dengan *circular feed* sudah menunjukkan pola radiasi yang lebih baik dibandingkan dengan antena *offset* yang menggunakan *piramidal feed*, ditunjukkan melalui *beamwidth* dan *side lobe level* yang dihasilkan diantaranya  $6,6^\circ$  dan  $2,2^\circ$ , walaupun memiliki *beamwidth* yang lebih besar, namun *side lobe level* juga memiliki nilai yang cukup signifikan yaitu  $-29,5$  dB dan  $-18$  dB. Jadi, antena *offset* diameter 0,8 yang menggunakan *circular feed* memiliki pola radiasi yang lebih optimal.



**Gambar 3. 13 Hasil simulasi gain antena offset dengan circular feed horn**

Hasil pengujian *gain* pada gambar 3.13 ini secara, ditunjukkan pada *main lobe* dengan puncak radiasi yang ditunjukkan pada kurva di atas mencapai angka 17,01 dB pada antena *offset* berdiameter 0,8 meter, yang mana *gain* yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan pada antena 0,8 meter yaitu 15,113 dBi. Hasil ini juga menunjukkan antena *offset* dengan *circular feed* ini memiliki *gain* yang lebih rendah daripada yang menggunakan *piramidal feed*, perbandingannya yaitu 17,01 dB yang menggunakan *circular feed* dan 17,64 dB yang menggunakan *piramidal feed* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6. Salah satu fktor penyebabnya yaitu perbandingan *beamwidth* dan *side lobe level* pada antena *offset* yang *circular* belum cukup optimal.



**Gambar 3. 14 Hasil simulasi side lobe level antenna offset circular feed horn**

Pada gambar 3.14 di atas menunjukkan *side lobe level* antenna offset dengan diameter 0,8 meter yang menggunakan *circular feed* ditunjukkan *side lobe level* (SLL) pada antenna offset memiliki puncak SLL pada -29,52 dB, *side lobe level* ini sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu  $\leq -10$  dBi, faktor *side lobe* ini pula menjadi salah satu penyebab tidak tercapainya parameter pola radiasi yang mempengaruhi *gain* antenna. Kurva diatas menunjukkan bagian *side lobe* secara spesifik ditunjukkan pada nilai puncak *side lobe level* yang diperoleh pada pola radiasi di angka -29,61 dB, ini menunjukkan bahwa *side lobe level* sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu  $\leq -10$  dBi.

**Tabel 3. 3 Perbandingan hasil perancangan antenna offset dengan piramidal dan circular feed**

Diameter (m)	Feed	Gain (dB)	Beamwidth	Side Lobe Level
0,8	Piramidal	17,64 dB	2,2°	-18,61 dBi
	Circular	17,01 dB	6,6°	-29,52 dBi

Pada Tbel 3.3 hasil perancangan awal diamati melalui pola radiasi yang terdiri dari *gain beamwidth*, dan *side lobe* diamatai antenna dengan piramidal feed dinilai lebih baik dari *beamwidth* yang lebih sempit dan *gain* yang sedikit lebih unggul dari antenna offset yang menggunakan *circular feed* walaupun unggul pada *side lobe levelnya*.