

# **PENGEMBANGAN ANTENA HELIKS X-BAND 8,2 GHZ UNTUK SATELIT MIKRO (DEVELOPMENT OF 8.2 GHZ X-BAND HELICAL ANTENNA FOR MICRO SATELLITE)**

**Iwan Faizal**

**Pusat Teknologi Satelit**

**Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional**

**Jl. Cagak Satelit Km. 4, Bogor 16310 Indonesia**

**e-mail: iwan.faizal@lapan.go.id; iwanfzl65@gmail.com**

**Diterima 8 Desember 2015; Direvisi 2 Februari 2016; Disetujui 26 April 2016**

## **ABSTRACT**

Helical antenna is one of the antennas which are very popular among amateurs satellite. In the X-band frequency, circularly polarized antenna is necessary, because it can overcome the effects of anomalous propagation, ground reflection, and rotational dynamic effects that occur in many satellites. These antennas have a large enough gain, that can reach 15 dB and has a directional radiation pattern with a bandwidth ratio of 1.78: 1 and is almost close to the broadcast antenna ( $\geq 2$ ). The purpose of this research was to design, create prototypes, and analyze performance of X-band helical antenna at the frequency of 8.2 GHz for the micro satellite, which referred to the design of LAPAN-A3 satellite. This antenna manufacturing method using a silver-plated copper wire was used for winding helix with a diameter of 1.29 mm or AWG 16 (American Wire Gauge). The software was used to design helical antenna is 4NEC2. From the results of the design, the magnitude of VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) obtained was 3.3, the magnitude of the beamwidth was 66 degrees. Based on test results in the Lab, the magnitude of the beamwidth was 66 degrees, and the magnitude of VSWR was 1.39. Differences VSWR were due 4NEC2 used the technique of axial feed, while the helical antenna prototype used technique peripheral feed in the its matching impedance.

*Keywords: helical antenna, beamwidth, gain, impedance, VSWR*

## ABSTRAK

Antena heliks adalah salah satu antena yang sangat populer dikalangan satelit amatir. Pada frekuensi *X-Band* antena berpolarisasi sirkuler sangat diperlukan, karena dapat mengatasi efek dari anomali propagasi, refleksi tanah, dan efek *spin* yang banyak terjadi pada satelit. Antena ini memiliki *gain* yang cukup besar, dapat mencapai 15 dB dan memiliki pola radiasi terarah dengan rasio lebar pita 1,78:1 dan hampir mendekati antena *broadcast* ( $\geq 2$ ). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, membuat prototipe dan menganalisis performa antena heliks *X-Band* pada frekuensi 8,2 GHz untuk satelit mikro, yang mengacu pada desain satelit LAPAN-A3. Metode manufaktur antena ini menggunakan kawat tembaga berlapis perak yang digunakan untuk lilitan heliks dengan diameter 1,29 mm atau AWG 16. Perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain antena heliks adalah 4NEC2. Hasil uji simulasi desain antena helix diperoleh nilai *VSWR* 3,3, dan *beamwidth* 66 derajat. Dari hasil pengujian *VSWR* yang didapat adalah 1,39 dan *beamwidth* 66 derajat. Perbedaan *VSWR* tersebut dikarenakan 4NEC2 menggunakan teknik *axial feed*, sementara prototipe antena heliks menggunakan teknik *peripheral feed* pada penyesuaian impedansinya.

Kata kunci: antena heliks, lebar berkas, penguatan, impedansi, *VSWR*

## 1 PENDAHULUAN

Antena heliks moda aksial memancarkan seperti *endfire radiator* dengan pancaran tunggal sepanjang sumbu heliks [Faizal, I and I. Priyanto, 2015] dan besarnya keliling heliks (*circumference*) hampir mendekati panjang gelombangnya ( $C \sim \lambda$ ) [J D Kraus, 2001; King, H., E., and J.L., Wong, 2007; W L Stutzman., G A Thiele, 1998].

Pola radiasi antena heliks moda aksial ini adalah *directional* (terarah) sehingga sesuai untuk misi/aplikasi satelit mikro [Faizal, I and I. Priyanto, 2015].

Polarisasi antena heliks moda aksial ini adalah sirkular (lingkaran). Jika antena ini ditempatkan di satelit maka polarisasinya adalah *Right Handed Circular Polarization* (RHCP) akan lebih baik dibandingkan dengan polarisasi *Left Handed Circular Polarization* (LHCP) dalam hal *gain*-nya. Antena heliks berpolarisasi LHCP biasanya ditempatkan di *ground station* sebagai *feed* parabola. Antena heliks moda aksial ini dapat menerima sinyal dengan tipe polarisasi linier seperti vertikal dan horizontal [American Radio Relay League (ARRL), 2007].

*Matching impedance* (penyesuaian impedansi) pada antena heliks moda aksial dapat mempengaruhi performa antena. Biasanya impedansi antena heliks ( $Z_a$ ) besarnya antara 100-200  $\Omega$ , sedangkan besarnya impedansi kabel *coax* ( $Z_c$ ) adalah 50  $\Omega$ , jadi perlu dibuatkan *matching impedance* di antara antena dan kabel *coax*. Indikator *Matching impedance* dikatakan baik adalah jika *VSWR* antena tersebut  $\leq 2$  [Faizal, I. 2011].

Untuk mendesain antena heliks moda aksial ini hanya perlu dipilih beberapa variabel. Pertama adalah diameter dan *circumference* digunakan sebagai parameter dalam menentukan frekuensi kerja dari antena heliks moda aksial. Kedua adalah panjang aksial dan *pitch angle* yang akan mempengaruhi *gain* antena heliks [Faizal, I. 2011].

Varian antena heliks telah digunakan secara luas di sistem komunikasi satelit dan sistem komunikasi bergerak dengan *gain* dan *directivity* yang tinggi [Narayanan, A., et al. 2014]. Model antena ini sudah diaplikasikan pada beberapa satelit seperti: LAPAN-TUBSAT, LAPAN-A2/LAPAN-ORARI, LAPAN-A3/LAPAN-IPB dan P3E AMSAT-DL.



Gambar 1-1: LAPAN-TUBSAT (Sumber: <http://www.raumfahrttechnik.tu-berlin.de/tubsat/LAPAN-TUBSAT>)

Gambar 1-1 memperlihatkan antenna heliks (tertutup *radome* warna *cream*) di *on-board* LAPAN-TUBSAT.



Gambar 1-2: LAPAN-A2/LAPAN-ORARI (Sumber: <http://lapan.go.id>)

Gambar 1-2 diperlihatkan dua buah antenna heliks (tertutup *radome* berwarna *cream*).



Gambar 1-3: LAPAN-A3/LAPAN-IPB (Sumber: <http://pusteksat.lapan.go.id/>)

Gambar 1-3 diperlihatkan satu buah antenna heliks (tertutup *radome* berwarna *cream*).



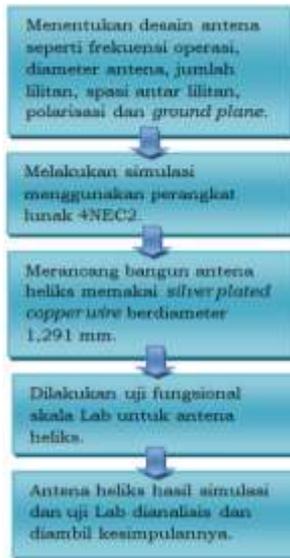
Gambar 1-4: P3E AMSAT-DL (Sumber: <http://promotion.refunion.org/racq/activites/sat.php>)

Gambar 1-4 memperlihatkan antenna heliks moda aksial *RHCP* yang diletakkan di *on-board* satelit amatir *P3E AMSAT-DL*.

Tujuan dari riset ini yaitu merancang, membuat prototip dan menganalisis performa antenna heliks *X-Band* 8.2 GHz untuk satelit mikro yang mengacu kepada desain satelit LAPAN-A3. Antena heliks ini menggunakan kawat tembaga dilapisi perak (*silver plated copper wire*) dengan diameter 1,29 mm atau *AWG 16* (*American Wire Gauge*) sebagai lilitannya.

## 2 METODOLOGI

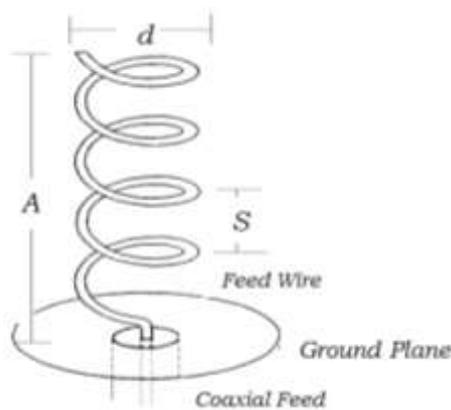
Metode yang digunakan yaitu mendesain antenna heliks moda aksial dengan frekuensi operasi 8,2 GHz dengan *beamwidth* 70°. Selanjutnya, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak *4NEC2*. Dari hasil simulasi kemudian dilakukan rancang bangun antenna heliks menggunakan kawat tembaga berlapis perak dengan diameter 1,29 mm. Antena heliks hasil rancang bangun diuji di laboratorium. Dari hasil simulasi dan uji lab kemudian dianalisis dan diambil kesimpulannya. Diagram alir penelitian ditampilkan pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Diagram alir penelitian

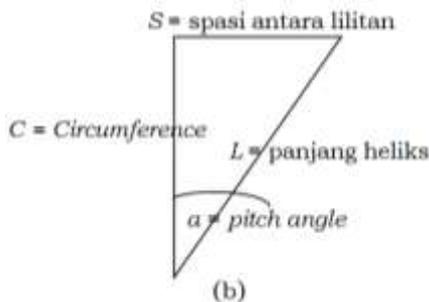
### 3 LANDASAN TEORI

Gambar 3-1 diperlihatkan beberapa parameter penting pada desain antenna heliks yaitu: diameter antenna ( $d$ ), *circumference* ( $C$ ), spasi antara lilitan ( $S$ ), *pitch angle* ( $\alpha$ ), panjang aksial ( $A$ ).



(a)

(sumber: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-02102000-19330046/unrestricted/07chapter2.PDF>)



(b)

Gambar 3-1:(a) Geometri antenna helix (b) Hubungan antara *circumference* ( $C$ ), diameter heliks ( $d$ ), *pitch angle* ( $\alpha$ ), spasi diantara lilitan ( $S$ ), dan panjang heliks ( $L$ )

### 3.1 Panjang Gelombang

Perhitungan untuk mendapatkan besarnya panjang gelombang ( $\lambda$ ) antenna heliks ini dengan menggunakan persamaan berikut [American Radio Relay League (ARRL), 2007]:

$$\lambda = \frac{c}{f_c} \text{ (cm)} \tag{3-1}$$

dengan,

$c$  = kecepatan cahaya ( $3 \cdot 10^8$  m/dtk)

$f_c$  = frekuensi center (Hz)

### 3.2 Diameter Heliks

Diameter antenna heliks berbanding lurus dengan panjang gelombangnya, dan berbanding terbalik dengan parameter lingkarannya. Persamaannya adalah sebagai berikut [W L Stutzman., G A Thiele, 1998]:

$$d = \frac{\lambda}{\pi} \text{ (cm)} \tag{3-2}$$

dengan,

$\pi$  = parameter lingkaran (3,14).

### 3.3 Keliling Heliks

Antena heliks yang didesain merupakan antenna heliks moda aksial yang memiliki nilai keliling heliks (*circumference*) adalah sebagai berikut [J D Kraus, 2001; King, H., E., and J.L., Wong, 2007; W L Stutzman., G A Thiele, 1998]:

$$C \approx \lambda \text{ (cm)} \tag{3-3}$$

### 3.4 Pitch Angle

Dimensi heliks untuk moda axial memiliki keliling antenna heliks satu panjang gelombang pada frekuensi tengahnya. Kraus mendefinisikan *pitch angle* dengan persamaan sebagai berikut [J D Kraus, 2001]:

$$\alpha = \arctan \frac{S}{C} \text{ (derajat)} \tag{3-4}$$

### 3.5 Panjang Aksial

Besarnya panjang aksial adalah berbanding lurus dengan banyaknya putaran/lilitan (N) dan spasi di antara lilitan (S), berikut [J D Kraus, 2001]:

$$A = N.S \quad (\text{cm}) \quad (3-5)$$

### 3.6 Panjang Heliks

Panjang heliks berbanding lurus dengan banyaknya putaran (N) dikalikan dengan akar spasi di antara lilitan (S) kuadrat ditambah *circumference* (C) kuadrat, persamaannya sebagai berikut [C A Balanis., 2005]:

$$L = N\sqrt{S^2 + C^2} \quad (\text{cm}) \quad (3-6)$$

### 3.7 Ground Plane

Banyak model *ground plane* yang digunakan seperti *square plates*, *wire grids*, *cavities*, dan *loops*. Diameter *ground plane* bervariasi tetapi tidak melebihi dari  $0,8\lambda < G_p < 1,1$ . Namun demikian, besarnya *ground plane* yang sering digunakan adalah [American Radio Relay League (ARRL), 2007]:

$$G_p = 0,94\lambda \quad (\text{cm}) \quad (3-7)$$

### 3.8 Axial Ratio

*Axial Ratio* merupakan salah satu indikator baik buruknya suatu antena, jika N nya besar maka AR nya mendekati 1 dan polarisasinya nyaris sirkuler [King, H., E., and J.L., Wong, 2007].

$$AR = \frac{2N + 1}{2N} \quad (3-8)$$

### 3.9 Gain

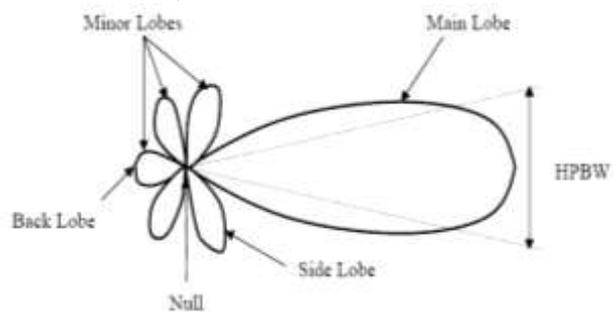
*Gain* adalah perhitungan rasio dari panjang fisik antena terhadap kemampuan pancaran dari standar antena. Persamaan *gain* untuk antena heliks moda aksial adalah sebagai berikut [Kumar, L., et al. 2015]:

$$G = 11.8 + 10\log\left(\frac{A}{\lambda^2}\right) \quad \text{dBi} \quad (3-9)$$

### 3.10 Beamwidth

Pada Gambar 3-2 *Half Power Beamwidth* (HPBW) adalah sudut yang dibentuk oleh titik yang bernilai setengah dari daya pancar maksimum pada *major lobe* berpolarisasi vertikal, horizontal dan sirkular. Besarnya HPBW antena heliks dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [Singh, P., et al. (2012)]:

$$HPBW = \frac{52}{C_{\lambda}\sqrt{NS\lambda}} \quad (\text{derajat}) \quad (3-10)$$



Gambar 3-2: Pola radiasi antena heliks (Sumber:

[http://www.biroengineering.com/technical\\_bulletin/tb\\_2010\\_03.html](http://www.biroengineering.com/technical_bulletin/tb_2010_03.html), diakses Juni 2014)

### 3.11 Impedansi Antena

Impedansi antena heliks ( $Z_a$ ) didefinisikan sebagai impedansi yang diberikan oleh antena di terminalnya. Karena menggunakan *peripheral feed* maka impedansi antena heliks moda aksial dihitung menggunakan persamaan berikut [J D Kraus, 2001]:

$$Z_a = 150 \frac{C}{\lambda} \quad (\Omega) \quad (3-11)$$

### 3.12 Matching Impedance

Impedansi kabel *coax* ( $Z_c$ ) besarnya  $50 \Omega$ , sedangkan impedansi antena heliks ( $Z_a$ ) besarnya antara  $100-200 \Omega$ , maka perlu dilakukan penyesuaian impedansi antara antena dan kabel *coax*. Perhitungan penyesuaian impedansi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut [Faizal, I. 2011]:

$$Z_{MI} = \sqrt{Z_c Z_a} \quad (\Omega) \quad (3-12)$$

### 3.13 Spasi di Atas Ground Plane

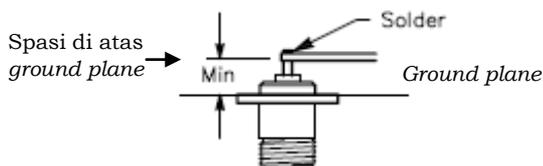
Pembuatan konstruksi *matching impedance* ditentukan oleh tiga hal yaitu: lebar plat ( $w$ ), tebal plat ( $t$ ), dan panjang plat ( $l$ )  $= 1/4\lambda$ . Sedangkan perhitungan spasi di atas *ground plane* ( $h$ ) seperti pada Gambar 3-3, adalah sebagai berikut [Faizal, I. 2011]:

$$h = \frac{(w+t) \ln^{-1}(Z_{MI}/56)}{7,5} \quad (\text{mm}) \quad (3-13)$$

dengan,

$w$  = lebar plat (mm),

$t$  = tebal plat (mm)



Gambar 3-3: Spasi di atas Ground plane

### 3.14 Voltage Standing Wave Ratio

*Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) adalah perbandingan besarnya *matching impedance* ( $Z_{MI}$ ) dengan besarnya impedansi kabel coax ( $Z_c$ ). Suatu parameter antenna dipastikan memiliki performa yang baik jika memiliki  $VSWR \leq 2$ . Persamaannya sebagai berikut [American Radio Relay League (ARRL), 2007]:

$$VSWR = \frac{Z_{MI}}{Z_c} \quad (3-14)$$

dengan,

$Z_{MI} > Z_c$

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Desain Antena Heliks

Dengan nilai frekuensi center ( $f_c$ ) antenna heliks moda aksial X-Band 8,2 GHz, kecepatan cahaya ( $c$ ) sebesar  $3.10^8$  m/dtk, putaran/lilitan ( $N$ ) = 3,1 dan diameter konduktor ( $d_k$ ) sebesar 1,29 mm dan dengan menggunakan persamaan (3-2) sampai (3-8) dan (3-10), maka akan didapat data-data pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1: DATA ANTENA

Uraian	Simbol	Nilai
Panjang gelombang	$\lambda$	3,66 cm
Radius antenna	$r$	0,583 cm
Pitch angle	$a$	$10^\circ$
Panjang heliks	$L$	11,52 cm
Panjang aksial	$A$	2,02cm
Ground plane	$G_p$	2,74 cm
Axial Ratio	AR	1,16

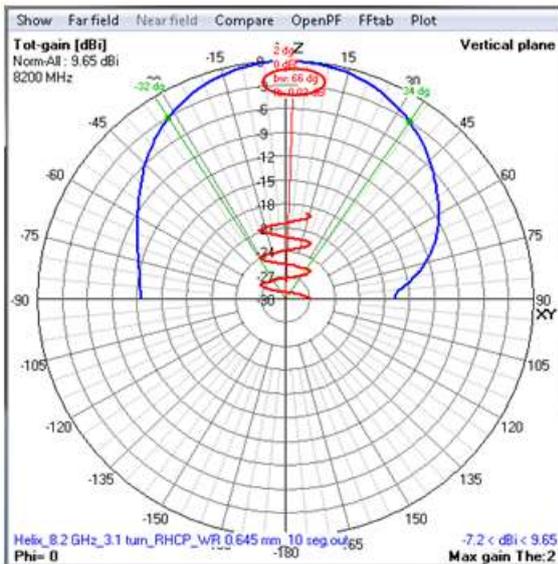
Data pada Tabel 4-2 didapat dari persamaan (3-11) sampai dengan persamaan (3-13) untuk data *matching impedance*.

Tabel 4-2: DATA MATCHING IMPEDANCE

No	Uraian	Simbol	Nilai
1	Impedansi kabel	$Z_c$	50 $\Omega$
2	Impedansi antenna	$Z_a$	150 $\Omega$
3	Matching impedance	$Z_{MI}$	86,6 $\Omega$
4	Lebar konduktor (dipilih)	$w$	3 mm
5	Tebal konduktor (dipilih)	$t$	0,2 mm
6	Panjang konduktor	$l$	9,15 mm
7	Spasi di atas ground plane	$h$	2,01 mm

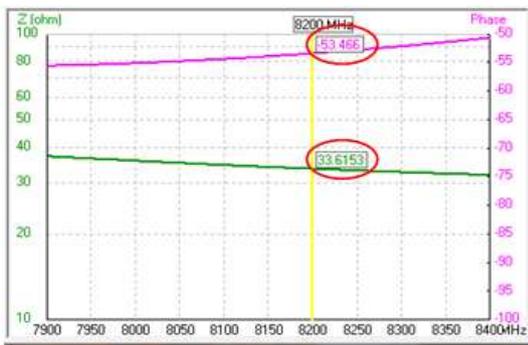
Selanjutnya data pada Tabel 4-2 nomor (3-6) digunakan untuk menghitung spasi di atas *ground plane* ( $h$ ) memakai persamaan (3-13). Besarnya spasi di atas *ground plane* dapat dilihat pada Tabel 4-2 dan bentuk *matching impedance*-nya diperlihatkan pada Gambar 4-7.

Data antenna Tabel 4-1 selanjutnya disimulasikan melalui perangkat lunak 4NEC2, dan hasilnya ditampilkan di Gambar 4-1, Gambar 4-2, Gambar 4-3, dan Gambar 4-4.



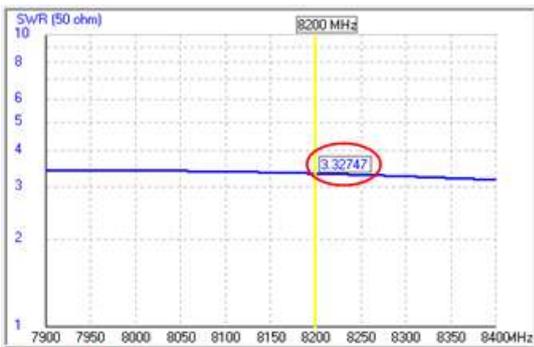
Gambar 4-1: Pola radiasi dan gain antenna heliks

Gambar 4-1 memperlihatkan pola radiasi antenna heliks moda aksial dengan *beamwidth* 66° dan gain 9,65 dBi pada frekuensi 8,2 GHz pada bidang vertikal.



Gambar 4-2: Impedansi antenna

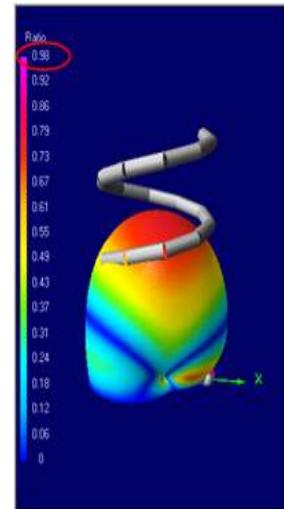
Pada Gambar 4-2 memperlihatkan besarnya impedansi antenna heliks moda aksial ( $Z_a$ ) adalah 33,6-j53,47  $\Omega$ .



Gambar 4-3: SWR antenna

Besarnya VSWR antenna hasil simulasi pada Gambar 4-3 adalah 3,3 pada frekuensi 8,2 GHz.

AR merupakan salah satu indikator baik buruknya antenna, AR antenna yang baik mempunyai nilai 1 (sirkuler). Besarnya AR antenna hasil rancangan seperti pada Gambar 4-4 adalah senilai 0,98.

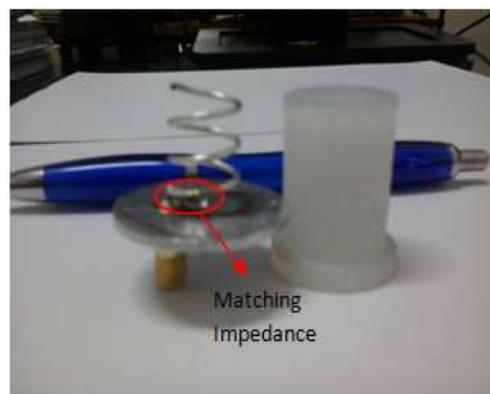


Gambar 4-4: AR antenna

#### 4.2 Rancang Bangun Antena Heliks

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan prototip antenna heliks ini (Gambar 4-5) adalah:

- Teflon sebagai selubung antenna;
- Plat alumunium dipakai sebagai *ground plane*;
- Kabel tembaga berapis perak sebagai lilitan heliks  $\varnothing$  1,29 mm;
- Plat tembaga dipakai sebagai konstruksi penyesuai impedansi;
- Konektor SMA gold male 50  $\Omega$ .



Gambar 4-5: Prototip antenna heliks

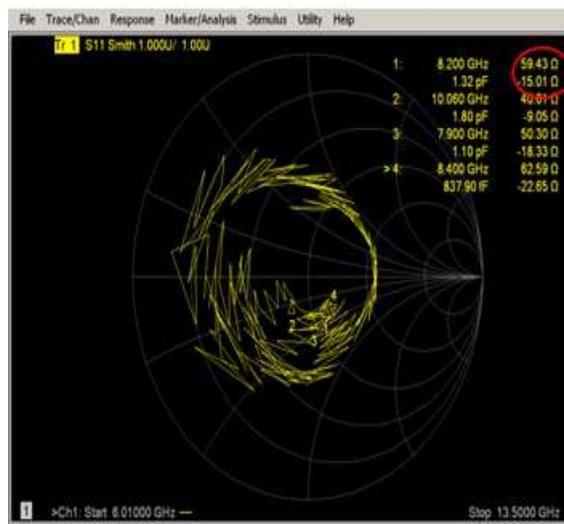
### 4.3 Pengujian dan Analisis Antena Heliks Hasil Rancang Bangun

Pengujian antena dilakukan di dalam *Anechoic Chamber* PUSLIT SMTP LIPI PUSPIPTEK Serpong pada 12 Mei 2015. Parameter antena yang diuji adalah Pola radiasi (*beamwidth*) (Gambar 4-6), sementara untuk pengujian *VSWR* dan impedansi antena heliks menggunakan *PNA (Phase Network Analyzer)*, dilakukan pada Januari 2015 di Lab Bus Satelit PUSTEKSAT, LAPAN, Bogor.



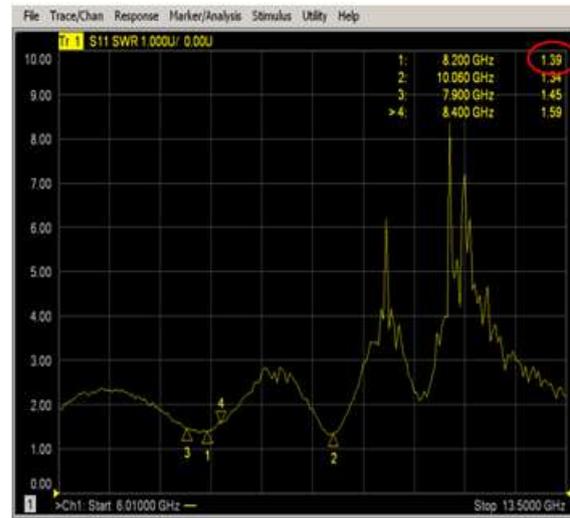
Gambar 4-6: Pengujian *pattern* antena

Pada Gambar 4-7 diperlihatkan besarnya impedansi antena heliks hasil pengujian yang dituangkan ke dalam *Smith Chart*. Besarnya impedansi antena pada frekuensi 8,2 GHz adalah 59,43-j15,01 Ω.



Gambar 4-7: Impedansi antena heliks

Pada Gambar 4-8 diperlihatkan nilai dari *VSWR* antena heliks hasil pengujian pada frekuensi 8,2 GHz adalah 1,39.



Gambar 4-8: *VSWR* antena heliks

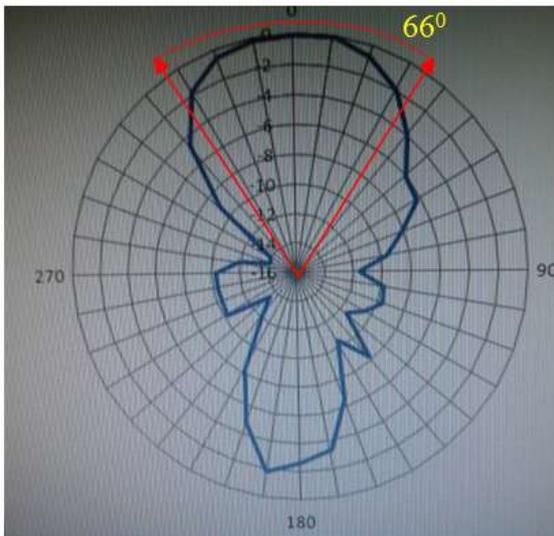
Tabel 4-3: KOMPARASI ANTENA LAPAN-A3 DENGAN ANTENA SIMULASI DAN UJI

No	Parameter	Antena		
		LAPAN-A3	Simulasi	Uji
1	GAIN	5,5 dBi	9,65 dBi	-
2	HPBW	70°	66°	66°
3	VSWR	1,22	3,3	1,39

Maksimum *gain* yang dihasilkan dari antena LAPAN-A3 adalah 5.5 dBi (Tabel 4-3 dan *data sheet* antena *X-band* LAPAN-A3), *gain* antena heliks hasil simulasi adalah 9,65 dBi terjadi pada inklinasi 2° (Gambar 4-1 dan Tabel 4-3), sementara besarnya *gain* antena uji tidak ada atau belum dilakukan pengujian, karena tidak memiliki antena pembanding/referensi, namun merujuk pada spesifikasi antena heliks LAPAN-TUBSAT dengan 3,1 lilitan dengan *gain* 8,5 dBi. Dengan *gain* 8,5 dBi maka konsumsi daya pada antena tersebut lebih sedikit jika dibandingkan dengan antena LAPAN-A3.

Dari Tabel 4-3 dan *data sheet* antena *X-band* LAPAN-A3, besarnya

*beamwidth* antenna LAPAN-A3 adalah  $70^\circ$ . Sementara *beamwidth* antenna heliks hasil pengujian (Gambar 4-9) besarnya sama dengan hasil simulasi yaitu  $66^\circ$  (Gambar 4-1). Tetapi pada antenna uji terdapat *back lobe* yang besar yang membuat nilai *front to back ratio* mengecil menjadi 2 dB, kondisi ini dipengaruhi oleh ukuran dari *ground plane* antenna yang tidak tepat dalam pembuatannya. Terdapat perbedaan *beamwidth*  $4^\circ$  antara antenna LAPAN-A3 dengan antenna simulasi dan uji, hal ini dipengaruhi oleh diameter kawat antenna yang agak besar, sehingga berakibat berkurangnya *coverage area* antenna uji tersebut tetapi disisi lain gain antenna dapat meningkat.



Gambar 4-9: *Beamwidth* antenna heliks

Pada Gambar 4-2 nilai impedansi antenna heliks hasil dari simulasi adalah  $33,6-j53,47 \Omega$ . Dari hasil pengujian besarnya impedansi antenna heliks adalah  $59,43-j15,01 \Omega$  (Gambar 4-7). Nilai impedansi hasil simulasi jauh lebih buruk dibandingkan dengan nilai impedansi hasil pengujian, hal ini terjadi karena ketika simulasi dilakukan, 4NEC2 tidak memperhitungkan *matching impedance*. Nilai impedansi hasil pengujian walau tidak terpaut jauh dengan nilai impedansi kabel *coax*  $50 \Omega$ , tetapi masih dapat menimbulkan sedikit

gelombang pantul yang berakibat pada meningkatnya *VSWR*.

Besarnya *VSWR* antenna LAPAN-A3 adalah 1,22 (Tabel 4-3 dan *data sheet* antenna *X-band* LAPAN-A3). Pada Gambar 4-3, *VSWR* antenna heliks hasil simulasi adalah 3,3. Nilai ini didapat karena 4NEC2 menggunakan teknik aksial *feed*, artinya besarnya *VSWR* yang dihasilkan tergantung dari besarnya diameter kawat yang disimulasikan. Sementara besarnya *VSWR* antenna heliks hasil pengujian (teknik *peripheral feed*) adalah 1,39 (Gambar 4-8). Terdapat perbedaan besarnya *VSWR* antenna LAPAN-A3 dan *VSWR* antenna uji, hal ini disebabkan oleh pembuatan *matching impedance* nya yang kurang tepat pada antenna uji. Secara keseluruhan antenna hasil pengujian sudah cukup baik karena sudah memenuhi persyaratan ( $VSWR \leq 2$ ).

## 5 KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa tahapan simulasi dan pengujian laboratorium, didapat besarnya *gain* antenna hasil uji (perkiraan berdasarkan *data sheet* antenna LAPAN-TUBSAT). Jika dibandingkan dengan *gain* antenna LAPAN-A3 maka *gain* antenna hasil uji jauh lebih baik dan secara teknik konsumsi dayanya juga lebih sedikit. Besarnya *beamwidth* antenna hasil simulasi dan antenna pengujian adalah sama, tetapi pada *beamwidth* antenna pengujian dihasilkan *back lobe* yang besar yang membuat nilai *front to back ratio* mengecil dan dapat mempengaruhi kemampuan daya pancar antenna. Kondisi ini diakibatkan oleh ukuran dari *ground plane* antenna heliks yang tidak tepat dalam pembuatannya. Ada perbedaan *beamwidth* antara antenna LAPAN-A3 dan antenna uji, hal ini dapat terjadi karena besarnya diameter kawat antenna uji yang digunakan tidak tepat dan akibatnya mengurangi *coverage area* antenna tersebut. Terdapat perbedaan besarnya *VSWR* antenna LAPAN-A3

dengan antenna uji. Kondisi ini dapat terjadi karena pembuatan *matching impedance* yang tidak presisi sehingga menimbulkan sedikit gelombang pantul yang dapat mengurangi performa antenna. Secara keseluruhan kondisi persyaratan hasil pengujian sudah dipenuhi, maka dapat dipastikan antenna heliks moda aksial ini memiliki performa yang baik memancar seperti *endfire radiator* memiliki pancaran tunggal sepanjang sumbu heliks.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Pusteksat LAPAN TA 2015. Ucapan terima kasih untuk teman-temanku yaitu Irwan P, Adi F, Dwiyanto, Eriko NN dan Kusnadi atas dukungannya sehingga *paper* ini dapat terealisasi.

### DAFTAR RUJUKAN

- American Radio Relay League (ARRL), (2007). *Antenna Book*, 21th Edition. The ARRL, Inc, ISBN: 0-87259-987-6.
- C A Balanis, (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design*, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN: 0-471-66782-X.
- Data Sheet antenna LAPAN-TUBSAT, 2007.
- Data Sheet Antena X-Band LAPAN-A3, 2011.
- Faizal, I., and I., Priyanto, (2015). *Pengaruh Dimensi Heliks Terhadap Jenis Pola Radiasi Antena*. Pp. In Prasetyo, N.A, *et al.*, (ed.) Bunga Rampai Hasil Litbangyasa: Teknologi Pada Pesawat Terbang, Roket dan Satelit. Penerbit IBP (Indonesia Book Project) Jakarta Selatan. ISBN: 978-602-70353-8-6.

- Faizal, I. (2011). *Rancang Bangun Antena Helix S-Band Untuk Satelit*. 15-30. In Sunaryati, A.P and Tanoemihardja, S. (ed.) *Satelit untuk Mitigasi Bencana, Pemantauan Maritim dan Ketahanan Pangan*. Penerbit IPB Press, Bogor. ISBN: 978-979-493-352-7.
- [http://www.biroengineering.com/technical\\_bulletin/tb\\_2010\\_03.html](http://www.biroengineering.com/technical_bulletin/tb_2010_03.html), diakses Juni 2014)
- <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-02102000-19330046/unrestricted/07chapter2.PDF>
- J D Kraus, (2001). *Antennas*, Second Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, ISBN: 0-07-035422-7.
- King, H., E., and J.L., Wong, (2007). *Helical Antenna*. Chapter 13. In Johnson, R.C. (ed.) *Antenna Engineering Handbook*, McGraw-Hill. Inc, NY. ISBN: 0-07-032381-X.
- Kumar, L., *et al.* (2015). *Design of Helical Antenna Using 4NEC2*, International Journal of Engineering Research and General Science Vol. 3 Issue 2, ISSN: 2091-2730.
- Narayanan, A., *et al.* (2014). *Design of Axial Mode Helical Antenna Array for NOAA-18 HRPT Reception at 1700 MHz*, PISER Journal Vol. 02 Issue 02/06, ISSN: 2347-6680 (E).
- Singh, P., *et al.* (2012). *Single Band Helical Antenna in Axial Mode*, International Journal of Electronics Communication and Computer Technology (IJECCCT) Vol. 2 Issue 6, ISSN: 2249-7838.
- W L Stutzman., G A Thiele, (1998). *Antenna Theory and Design*, Second Edition. John Wiley & Sons. Inc. NJ, ISBN: 978-0-471-02590-0.