

## Simulasi Sistem Antena Helix Moda Aksial Untuk GPS Receiver Menggunakan Software 4NEC2

Oleh :  
Iwan Faizal \*

### Abstrak

Antena ini berada di frekuensi pita-L yaitu 1575,42 MHz dengan polarisasi RHCP (Right Handed Circularly Polarized). Antena ini dirancang karena penerimaan sinyal dari satelit ke GPS (Global Positioning System) receiver lemah. Dari hasil simulasi antena ini memiliki gain 10,9 dBi, VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) 1,25 dan Beamwidth  $55^{\circ}$  dengan 5 lilitan.  
Kata kunci: antena, GPS, L-Band, RHCP

### Abstract

The antenna works on 1575.42 L-Band frequency with RHCP polarization. GPS satellite works with weak signals so that the antenna was designed. Simulation result the antenna has 10.9 dBi Gain, 1.25 VSWR and  $55^{\circ}$  BW with 5 turns.  
Keywords: antena, GPS, L-Band, RHCP

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

GPS untuk sipil menjadi standar untuk navigasi dan posisi lokasi perorangan maupun komersial. Aplikasi-aplikasi tersebut sangat berguna untuk para *navigator* dan *surveyor* yang meresap ke sebagian besar aspek rutinitas kehidupan konsumen. Sayangnya satelit GPS bekerja dengan sinyal yang lemah sehingga perlu adanya perangkat tambahan atau perangkat eksternal dalam hal ini adalah antena yang dapat memperkuat sinyal satelit GPS. Salah satu antena yang akan dirancang disini adalah antena helix moda aksial yang diperuntukkan bagi GPS receiver.

Antena helix moda aksial pertama kali diperkenalkan oleh *John. D Kraus* pada tahun 1947. Pada operasi moda aksial antena memancar seperti *endfire radiator* dengan pancaran tunggal sepanjang sumbu helix. Moda ini menyediakan gain sampai 15 dB dan rasio *bandwidth* yang tinggi sekitar 1,78:1. Untuk moda operasi ini pancaran menjadi sangat sempit seperti banyaknya lilitan pada helix yang meningkat.

Untuk merancang antena ini hanya perlu dipilih beberapa dimensi. Diameter dan *circumference* digunakan sebagai parameter dalam menentukan frekuensi kerja dari antena *helix* sedangkan panjang aksial dan *pitch angle* menentukan gain dari antena *helix*. Antena eksternal untuk GPS receiver yang dirancang disini memiliki lima lilitan dengan pitch angle  $12,5^{\circ}$  berada di frekuensi *L-band* untuk sipil yaitu 1575,42 MHz.

Material konduktor yang digunakan adalah tembaga dengan konduktivitas cukup baik hanya terpaut sedikit dengan perak. Sementara material untuk radome antena menggunakan teflon atau nylon keras atau bisa yang lebih baik yaitu *tecapeek* yang sudah diimplementasikan pada radome antena LAPAN-TUBSAT.

Maksud dan tujuan riset antena ini adalah menganalisa sifat-sifat dari antena helix moda aksial terutama gainnya karena gain yang besar dari antena ini diharapkan dapat memperkuat sinyal dari satelit GPS yang selanjutnya sinyal tersebut akan diterima oleh GPS receiver dengan hasil yang baik.

## 2. METODOLOGI

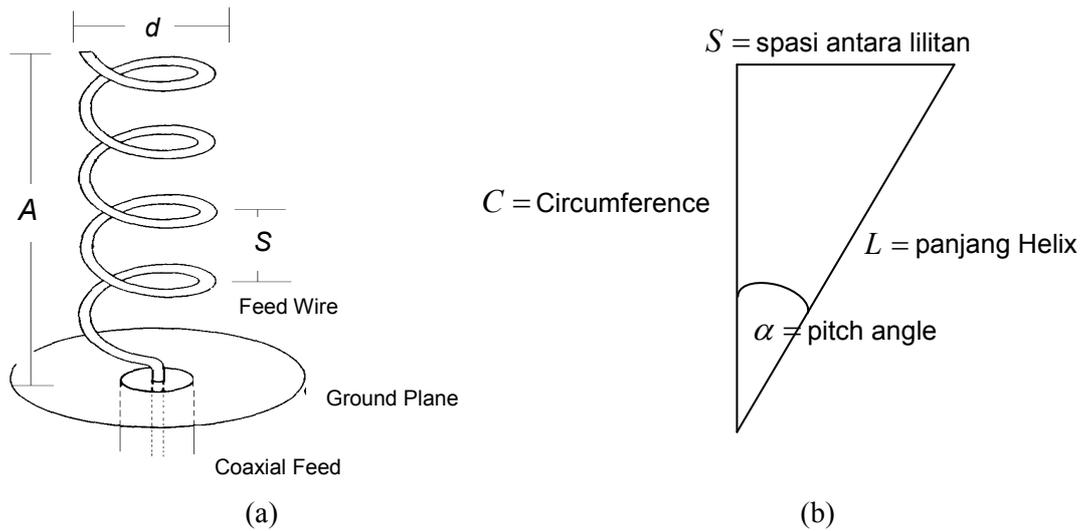
Metodologi yang dipergunakan dalam merancang bangun antena GPS receiver ini adalah melalui studi literatur yaitu mengumpulkan data-data mengenai atau yang berhubungan dengan rancangan antena GPS receiver. Selanjutnya dari studi literatur adalah pemilihan material yang akan digunakan untuk antena seperti kawat tembaga dengan diameter 2 mm sebagai lilitan helixnya, kemudian plat tembaga sebagai penyesuai impedansi, plat aluminium sebagai ground plane dengan diameter 14,3 cm dan radome antena dibuat dari teflon atau dari jenis yang lebih baik lagi. Dari

\* Peneliti Pusat Teknologi Satelit - LAPAN

pemilihan bahan selanjutnya adalah perancangan antena menggunakan formula antena helix moda aksial seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2 yang didapat dari berbagai referensi. Setelah dilakukan perancangan antena selanjutnya adalah simulasi antena dengan menggunakan software 4NEC2 yaitu dengan menginput data-data pada Tabel 3. Hasil dari inputan data-data tersebut kemudian dianalisa dan diambil kesimpulannya.

### 3. TEORI ANTENA

Antena helix pada Gambar 1 memiliki beberapa parameter penting yaitu: diameter antena ( $d$ ), keliling helix/circumference ( $C$ ), spasi antara lilitan ( $S$ ), *pitch angle* ( $\alpha$ ), panjang aksial ( $A$ ).



**Gambar 1.** (a) Geometri Antena Helix, (b) Hubungan Antara Circumference, Diameter, Pitch Angle, Spasi Antara Lilitan dan Panjang Helix untuk tiap Putaran

#### 3.1. Formula Antena Helix

Perhitungan untuk desain antena helix moda aksial untuk GPS receiver dapat dilakukan dengan mempergunakan formula pada Tabel 3.1 berikut :

**Tabel 3.1.** Formula antena helix moda aksial

No	Uraian	Formula
1	Panjang Gelombang	$\lambda = c/f_c$
2	Putaran/lilitan	$N = 5$
3	Radius Antena	$r = \lambda/2\pi$
4	Pitch Antena	$\alpha = \arctan S/C$
5	Panjang Helix	$L = N(S^2 + C^2)^{1/2}$
6	Panjang Aksial	$A = N.S$
7	Ground Plane	$G_p = 0,94\lambda$
8	Diameter Konduktor	$d_k = 2 \text{ mm}$

#### 3.2. Formula Penyesuai Impedansi

Selanjutnya adalah rancangan penyesuai impedansi dapat dilakukan dengan menggunakan formula pada Tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3.2.** Formula penyesuai impedansi

No	Uraian	Formula
1	Impedansi Kabel Coaxial	$Z_c = 50 \Omega$

2	Impedansi Antena	$Z_A = 78,197C/\lambda$
3	Penyesuai Impedansi	$Z_{PI} = (Z_C * Z_A)^{1/2}$
4	Lebar Konduktor ( <i>dipilih</i> )	$w = 5 \text{ mm}$
5	Tebal Konduktor ( <i>dipilih</i> )	$t = 1 \text{ mm}$
6	Spasi Diatas Ground Plane	$h = \frac{(w+t)\ln^{-1}(Z_{PI}/56)}{7,5}$
7	Panjang Konduktor	$l = \lambda/4$
8	Voltage Standing Wave Ratio	$VSWR = Z_{PI}/Z_C$

#### 4. RANCANGAN ANTENA GPS RECEIVER

##### 4.1. Data-data Antena

Dengan frekuensi ( $f_c$ ) L-band GPS sipil 1575,42 MHz, kecepatan cahaya ( $c$ ) sebesar  $3.10^8$  m/dtk dan menggunakan persamaan pada Tabel 3.1 maka akan didapatkan data-data pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Data-data antena

No	Uraian	Unit	Nilai
1	Panjang gelombang	$\lambda$	19 cm
2	Putaran/lilitan	$N$	5
3	Radius antena	$r$	3,035 cm
4	Pitch Antena	$p$	$12,5^0$
5	Panjang Helix	$L$	97,5 cm
6	Panjang aksial	$L_{ax}$	21,1 cm
7	Ground Plane	$G_p$	14,3 cm
8	Diameter konduktor	$d_k$	2 mm

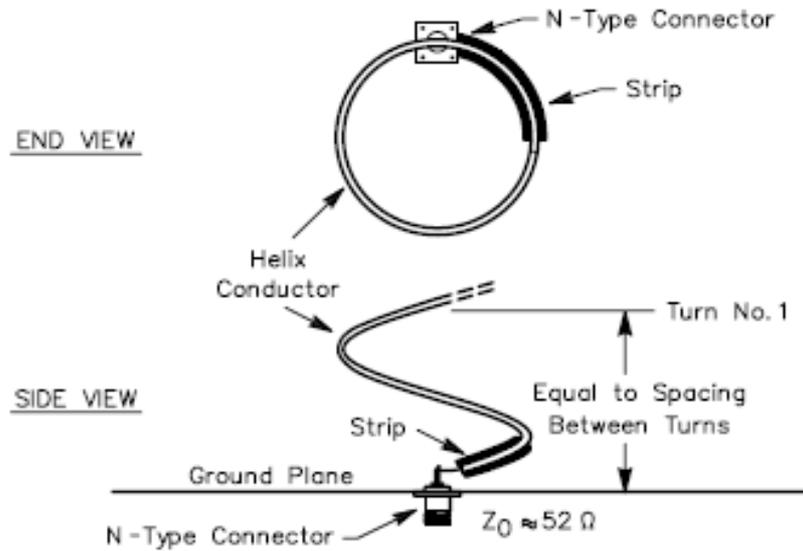
Data-data antena pada Tabel 4.1 akan disimulasikan dengan menggunakan software 4NEC2.

##### 4.2. Penyesuai Impedansi

Tabel 4.2 adalah merupakan data-data untuk penyesuai impedansi yang didapat dari persamaan pada Tabel 3.2. Sementara itu gambar 4.1 adalah model penyesuai impedansi antena.

**Tabel 4.2.** Data penyesuai impedansi

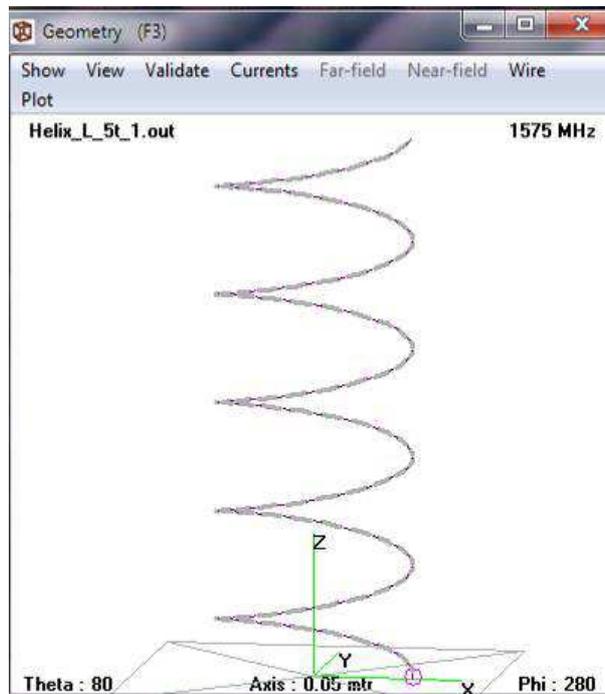
No	Uraian	Unit	Nilai
1	Impedansi Kabel Coaxial	$Z_C$	$50 \Omega$
2	Impedansi Antena	$Z_A$	$78,197 \Omega$
3	Penyesuai Impedansi	$Z_{PI}$	$62,53 \Omega$
4	Lebar Konduktor ( <i>dipilih</i> )	$w$	$5 \text{ mm}$
5	Tebal Konduktor ( <i>dipilih</i> )	$t$	$1 \text{ mm}$
6	Spasi Diatas Ground Plane	$h$	$2,55 \text{ mm}$
7	Panjang Konduktor	$l$	$4,76 \text{ cm}$
8	Voltage Standing Wave Ratio	VSWR	1,25



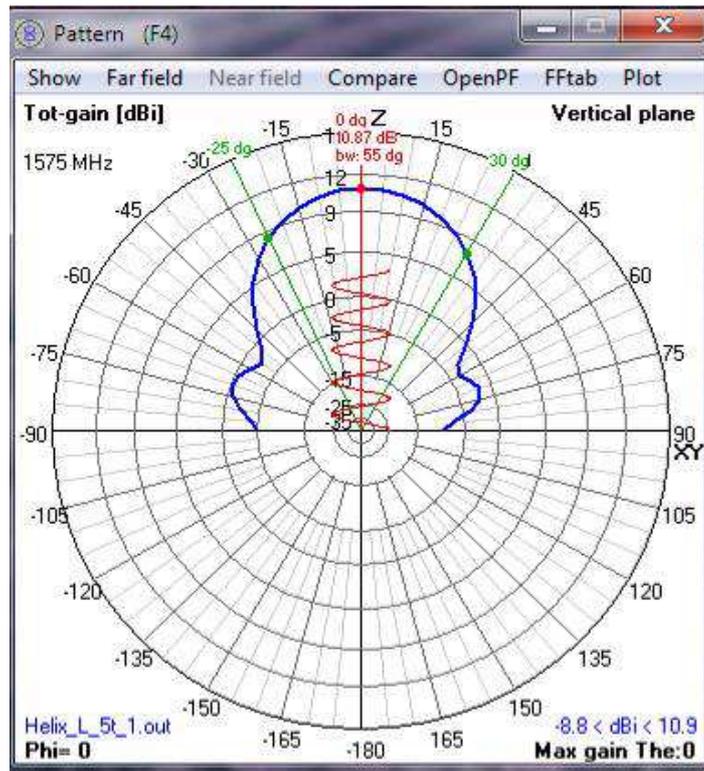
**Gambar 4.1.** Model penyesuai impedansi antena

## 5. SIMULASI ANTENA

Dengan menginput data-data pada Tabel 4.1 ke software 4NEC2 maka akan didapatkan model Antena Helix Quadrifilar pada gambar 5.1, pola radiasi pada gambar 5.2 dan 5.3, SWR antena pada gambar 5.4, impedansi antena pada gambar 5.5 dan axial ratio pada gambar 5.6.

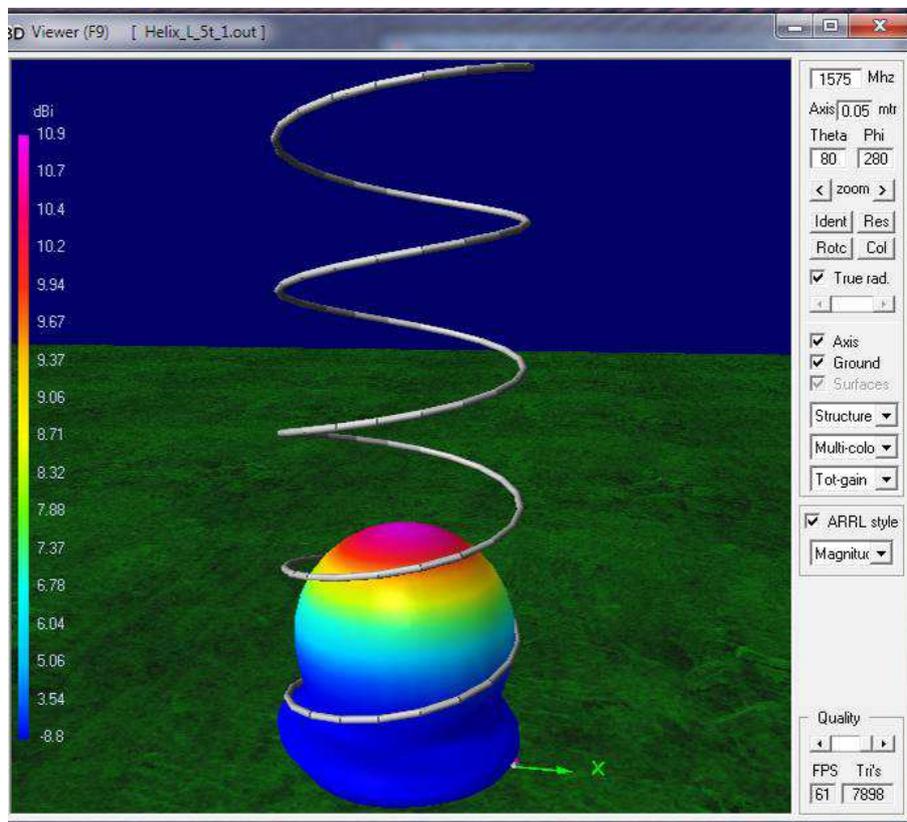


**Gambar 5.1.** Model antena helix

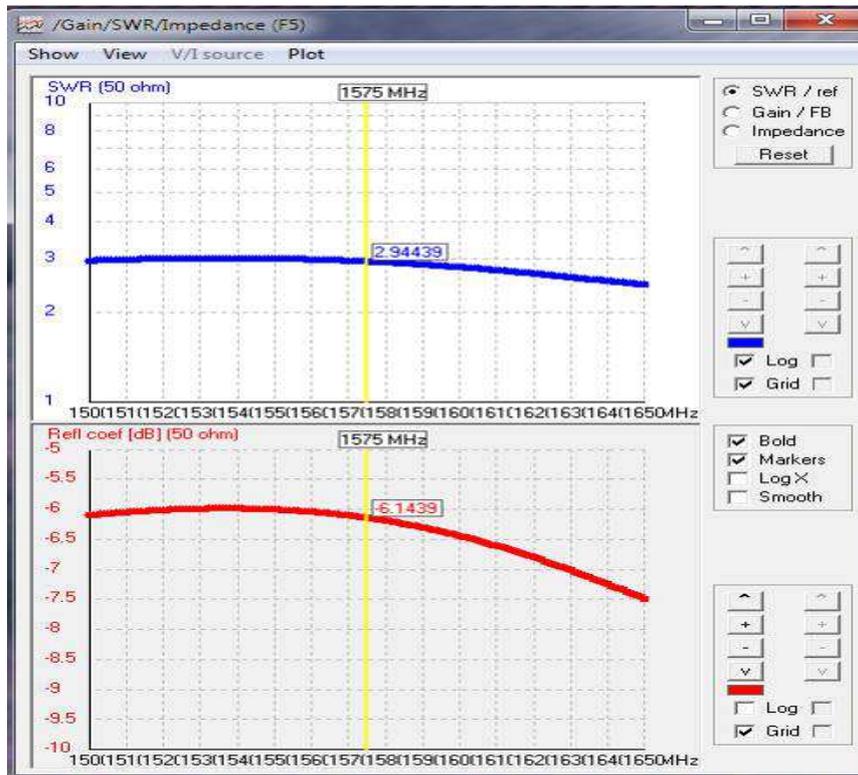


Gambar 5.2. Pola radiasi antenna

Dari gambar 5.2 besarnya gain adalah 10,9 dBi dan besarnya beamwidth adalah 55<sup>o</sup>. Gambar 5.3 dibawah ini memperlihatkan dengan jelas model 3D untuk gambar 5.2 diatas.

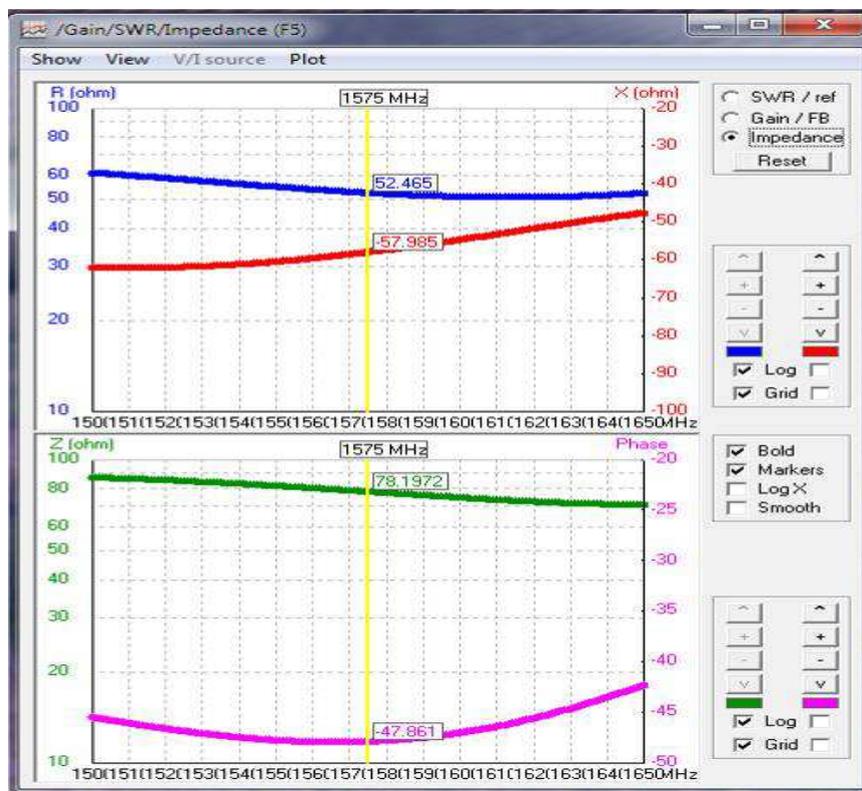


Gambar 5.3. Model 3D pola radiasi antenna



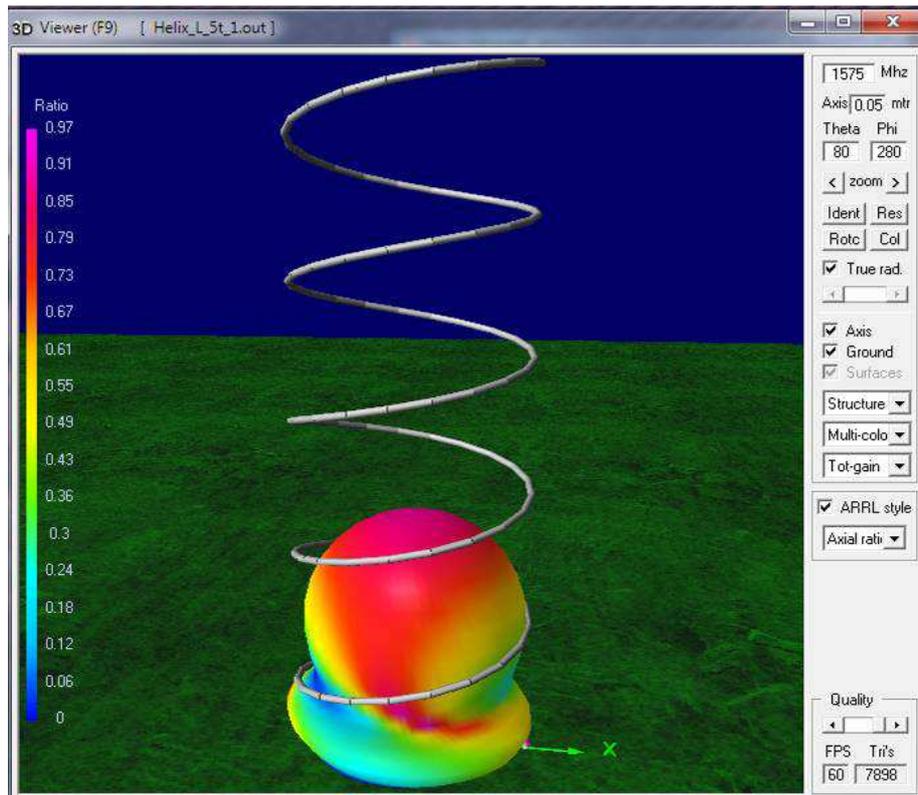
Gambar 5.4. SWR antena

Dari gambar 5.4 besarnya SWR antena adalah 2,94 terjadi pada frekuensi 1575 MHz.



Gambar 5.5. Impedansi antena

Besarnya impedansi antena yang didapat pada gambar 5.5 adalah 78,197  $\Omega$  terjadi pada frekuensi 1575 MHz.



**Gambar 5.6.** Axial ratio

Axial ratio merupakan salah satu indikator baik buruknya antenna, dari hasil simulasi besarnya axial ratio adalah 0,97.

## 6. ANALISA HASIL SIMULASI

Dari gambar 5.2 terlihat bahwa besarnya beamwidth adalah  $55^{\circ}$  dan besarnya gain adalah 10,9 dBi dicapai pada sudut  $0^{\circ}$  jadi merupakan gain dan beamwidth maksimum antenna.

Besarnya SWR antenna adalah 2,94 (gambar 5.4) pada frekuensi 1575 MHz. Nilai ini didapat karena penyesuaian impedansi belum dihubungkan dengan antenna, jadi ini murni nilai SWR untuk antenna. SWR antenna yang baik adalah  $< 2$ .

Impedansi antenna yang didapat pada gambar 5.5 adalah  $78,197 \Omega$  pada frekuensi 1575 MHz. Impedansi ini tentu tidak akan *match* jika langsung dihubungkan dengan kabel coaxial yang  $50 \Omega$ , solusinya adalah membuat penyesuaian impedansi (Tabel 4.1 dan gambar 4.2).

Axial ratio antenna yang baik adalah mempunyai nilai 1 (satu). Besarnya axial ratio antenna hasil simulasi adalah 0,97, sementara dari hasil perhitungan adalah 1,1. Nilai keduanya terpaut tidak terlalu jauh dan mendekati dengan nilai referensinya.

## 7. KESIMPULAN

- Dari hasil simulasi antenna helix quadrifilar L-band dengan frekuensi 1575,42 MHz didapat besarnya beamwidth  $55^{\circ}$  dan gain 10,9 dBi pada sudut  $0^{\circ}$  (maksimum). Dengan gain sebesar 10,9 dBi diperkirakan sudah cukup untuk memperkuat sinyal satelit GPS yang akan diterima GPS receiver.
- SWR antenna sebelum dihubungkan dengan penyesuaian impedansi besarnya adalah 2,94, tetapi setelah dibuatkan penyesuaian impedansinya kemudian dihitung didapat hasilnya 1,25. Dengan memiliki SWR 1,25 antenna ini sudah sangat baik performanya.

- Besarnya axial ratio antena hasil simulasi adalah 0,97, sementara dari hasil perhitungan adalah 1,1. Nilai keduanya sudah cukup baik dan mendekati dengan nilai referensinya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. American Radio Relay League (ARRL), 1994. *Antenna Book*, 17th Edition.
2. Balanis, Constantine, 1982. *Antenna Theory: Analysis and Design*, Wiley. New York.
3. Baker, Doug. *GPS Creations*. Mission Viejo, CA.
4. Faizal, Iwan, Agustus 2011. *Rancang Bangun Antena Helix S-Band Untuk Satelit*, Edisi Pertama, Buku Ilmiah LAPAN, Penerbit IPB Press, Bogor. ISBN: 978-979-493-352-7.
5. Kraus, J. D, 1998. *Antennas*, Second Edition, McGraw-Hill Book Co, New York.
6. Stutzman, W. L, and Thiele, G. A, 1998. *Antenna Theory and Design*, Second Edition.

#### **HASIL DISKUSI DALAM PELAKSANAAN SEMINAR**

Pertanyaan :

1. Ripple noise berapa? Imam Afandi (LIPI)
2. Fungsi Keypad dan Alarm? Imam Afandi (LIPI)

Jawaban :

1. Belum diukur, sebaiknya ripple noise diukur untuk penelitian selanjutnya
2. Keypad untuk setting tingkat kemiringan  
Alarm sebagai penanda jika kemiringan tanah lebih tinggi dari tingkat kemiringan yang disetting