

Desain Antena Helix Dan Loop Pada Frekuensi 2.4 GHz Dan 430 MHz Untuk Perangkat *Ground Station* Satelit Nano

Muhammad Hasan Mahmudy, Eko Setijadi, dan Gamantyo Hendrantoro
Jurusan Teknik Elektro – FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS, Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111
email: gamantyo@ee.its.ac.id

Abstrak – Desain antena helix 2,4 GHz digunakan untuk *downlink* sedangkan antena loop 430 MHz digunakan untuk *uplink* satelit IiNUSAT-02. Namun dalam perkembangan penelitian terjadi perubahan frekuensi kerja untuk *uplink* satelit IiNUSAT-02 menjadi 436,5 MHz. Supaya Antena loop dapat digunakan pada satelit IiNUSAT-02 maka dilakukan perubahan frekuensi pada antena loop menjadi 436,5 MHz.

Dari hasil simulasi menggunakan *software* CST 2012 untuk antena helix 2,4 GHz didapatkan nilai *return loss* sebesar -64,65 dB, *VSWR* 1,007, *bandwidth* 0,7 GHz, dan *gain* sebesar 7,4 dBi. Untuk antena loop 436,5 MHz didapatkan nilai *return loss* sebesar -37,608 dB, *VSWR* 1,02669, *bandwidth* 5,34 MHz, dan *gain* sebesar 8,91 dBi. Sedangkan dari hasil pengujian antena helix 2,4 GHz didapatkan nilai *return loss* sebesar -26,364 dB, *VSWR* 1,184, *bandwidth* 0,33 GHz, dan *gain* sebesar 5,454 dBi. Untuk antena loop 436,5 MHz didapatkan nilai *return loss* sebesar -23,154 dB, *VSWR* 1,197, *bandwidth* 64,08 MHz, dan *gain* sebesar 4,148 dBi. Dari hasil simulasi dan pengujian memungkinkan antena tersebut dapat direalisasikan pada *ground station* satelit IiNUSAT-02.

Kata Kunci – Antena helix, antena loop, *bandwidth*, dan *gain*

I. PENDAHULUAN

PROGRAM IINUSAT (*Indonesian Inter University Satellite*) merupakan suatu program kegiatan pengembangan satelit dengan tujuan penguasaan dan pengembangan teknologi luar angkasa oleh beberapa partisipan seperti UGM, UI, ITB, ITS, PENS, ITT Telkom, LAPAN dan mahasiswa Indonesia di TU Delft. Maka sebagai salah satu partisipan ITS membentuk Komunitas Satelit-ITS (ITS-sat) dengan salah satu misi yaitu menciptakan dan mengoperasikan satelit ITS[1].

Sebelumnya komunitas satelit nano ITS sedang mengembangkan proyek *portable transceiver* untuk satelit Nano yang bekerja pada frekuensi 430 MHz UHF untuk *uplink* dan 144 MHz VHF untuk *downlink* yang hanya untuk komunikasi data teks. Kedepannya direncanakan satelit S-Band yang dapat bekerja pada frekuensi 2,4 GHz untuk *downlink* pada komunikasi *real time* video[2]. Untuk itu diperlukan antena penerima di *ground station* untuk menerima dan mengirim sinyal berupa gelombang elektromagnetik yang dari satelit. Antena yang akan di desain adalah antena helix moda aksial untuk *downlink* pada frekuensi 2,4 GHz karena moda ini menyediakan *gain* dan rasio *bandwidth* yang tinggi. Dan antena loop untuk *uplink* pada frekuensi UHF 430 MHz, kedua antena ditempatkan pada satu *ground plane*. Namun dalam perkembangan penelitian terjadi perubahan frekuensi kerja untuk *uplink*

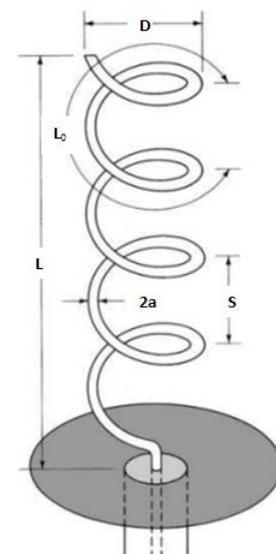
satelit IiNUSAT-02 menjadi 436,5 MHz[2]. Supaya antena loop dapat diaplikasikan untuk satelit IiNUSAT-02 maka terjadi perubahan frekuensi dalam desain antena loop yang pada awalnya 430 MHz menjadi 436,5 MHz.

II. PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA

Ada beberapa kriteria desain yang harus dipenuhi pada perancangan dan pembuatan antena baik antena helix maupun antena loop sebelum disimulasikan menggunakan *software* CST 2012 (*computer simulation technology*) seperti *return loss* < -10 dB, pola radiasi direksional, *VSWR* < 2, dan *gain* antena > 0 dBi.

A. Antena Helix

Antena helix adalah antena dengan bentuk geometri dasar berupa tiga dimensi. Helix merupakan kombinasi bentuk garis lurus, lingkaran, dan silinder[3].



Gambar 1. Konstruksi antena helix[4]

Konfigurasi geometris dari antena helix, diameter D , spasi antar lilitan S , dan jumlah lilitan N . Total panjang dari antena helix adalah L yang didapat menggunakan persamaan

$$L = N \times S \quad (1)$$

untuk nilai *circumference* C menggunakan persamaan

$$C = \pi D \quad (2)$$

sedangkan untuk mendapatkan desain antena helix dengan polarisasi sirkuler, terutama pada *major lobe* nilai

circumference dari helix harus bernilai $0,75\lambda < C < 1,3\lambda$, dan akan mendekati optimum pada saat $\frac{C}{\lambda} = 1$, nilai spasi antar lilitan helix $S \approx \frac{1}{4}\lambda$ dengan jumlah lilitan $N > 3$.

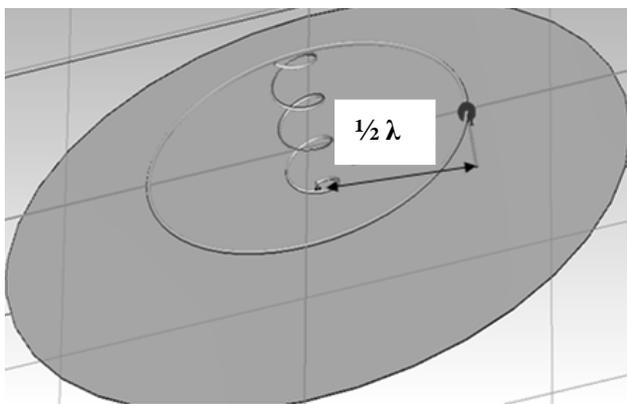
Dalam melakukan perancangan antenna helix diperlukan beberapa parameter dimensi antenna helix yang didapat dari frekuensi kerja dari antenna. Untuk parameter yang diperlukan dan nilai dari parameter tersebut ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1.
Nilai dimensi antenna helix

Parameter	Nilai
Frekuensi	2,4 GHz
Panjang gelombang	12,5 cm
Jumlah lilitan	3,6
Diameter helix	4 cm
Keliling helix	12,5 cm
Spasi antar lilitan	3 cm
Panjang helix	11,1 cm
Diameter groundplane	51,54 cm
Diameter tembaga	2 mm
Tebal groundplane (aluminium)	1,5 mm

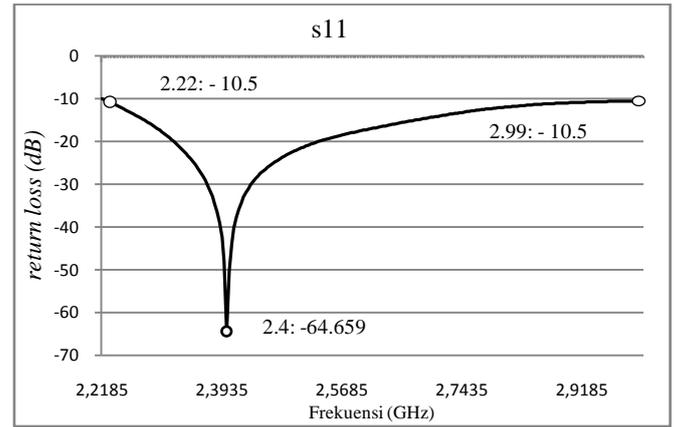
B. Simulasi Antena Helix

Dalam simulasi kedua antenna diletakkan dalam satu ground plane namun karena frekuensi kerjanya berbeda maka dilakukan pencatuan yang berbeda.



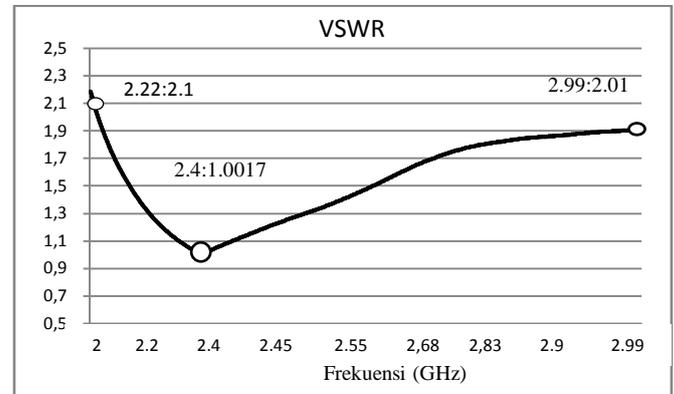
Gambar 2. Simulasi antenna dalam satu ground plane

Dalam simulasi data yang diperlukan adalah data dari parameter dimensi antenna helix yang terdapat pada tabel 1, dengan melakukan simulasi didapatkan nilai dari beberapa parameter antenna yang meliputi: return loss, VSWR, bandwidth, pola radiasi, polarisasi dan gain dari antenna, untuk hasil simulasi didapat nilai return loss dari antenna helix yang ditunjukkan pada gambar 3.

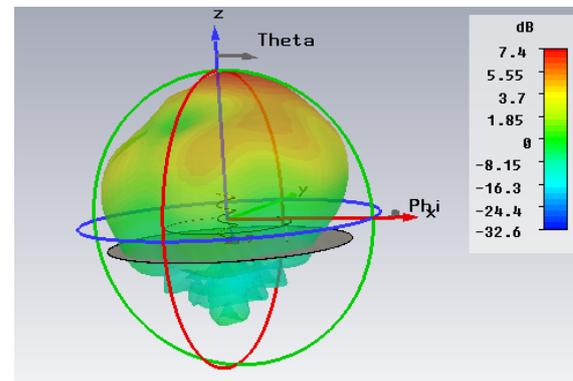


Gambar 3. Return loss antenna helix

dari data return loss didapat nilai bandwidth dari pengurangan frekuensi atas dan frekuensi bawah untuk nilai return loss lebih kecil -10 dB, sehingga $BW = 2,99 - 2,22 = 0,7$ GHz



Gambar 4. VSWR antenna helix



Gambar 5. Pola radiasi antenna helix

dapat diketahui nilai gain antenna yakni sebesar 7,4 dB. Setelah dilakukan simulasi maka didapat nilai medan listrik pada sumbu x sebesar $13823,6 \text{ vm}^{-1}$, sedangkan untuk medan listrik pada sumbu y sebesar $13620,5 \text{ vm}^{-1}$. Dengan menggunakan persamaan

$$axial\ ratio = \frac{13823,6 \text{ vm}^{-1}}{13620,5 \text{ vm}^{-1}} = 1.015$$

berdasarkan nilai dari axial ratio maka antenna helix berpolarisasi sirkular karena nilai axial ratio mendekati satu. Untuk menentukan LHCP atau RHCP dilihat dari gain. Dengan gain LHCP sebesar 7,29 dBi dan RHCP 1,92 dBi

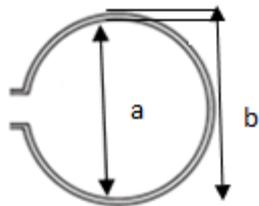
maka antenna helix baik menggunakan LHCP (*left hand circular polarization*). Nilai beberapa parameter dari hasil simulasi antenna helix yang ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 2.

Parameter antenna helix	
Parameter	Nilai
Return Loss	-64,659 dB
VSWR	1,00117
Bandwidth	0,7 GHz
Gain	7,4 dBi
Axial Ratio	1,015
Pola Radiasi	Direksional
HPBW	20°

C. Antena Loop

Antena loop merupakan antenna yang terdiri dari sebuah lingkaran konduktor listrik dengan ujungnya terhubung kesaluran transmisi dan mempunyai kontruksi yang sederhana sehingga mudah untuk diaplikasikan. Antena loop dikategorikan menjadi dua kategori yaitu *electrically small and electrically large*. *Electrically small antennas* mempunyai nilai keliling lingkaran (*circumference*) lebih kecil dari $1/10 \lambda$ ($C < 1/10 \lambda$). Sedangkan untuk *electrically large* mempunyai nilai keliling lingkaran (*circumference*) mendekati nilai panjang gelombang ($C \sim \lambda$). Gambar konstruksi antenna loop diunjukkan pada gambar 4 dengan a diameter dalam loop dan b diameter luar dari antenna loop[5].



Gambar 4. Bentuk dari antenna loop

jarak antara loop dan reflektor dengan range sebesar $0,05 \leq h \leq 0,2$.

Dari perhitungan menggunakan persamaan yang ada didapatkan dimensi antenna loop 436,5 MHz yang ditunjukkan pada tabel 3.

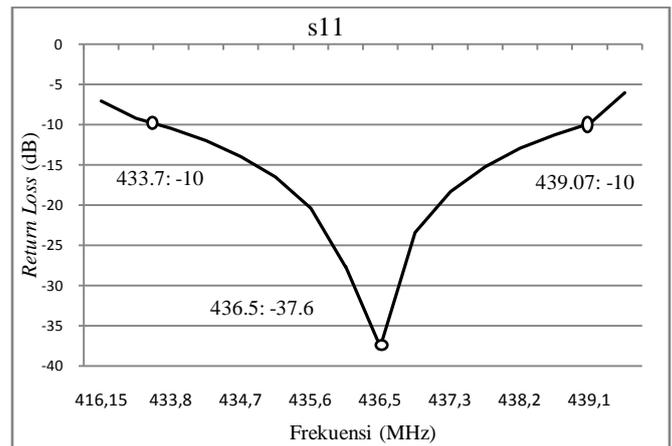
Tabel 3.

Nilai dimensi antenna loop

Parameter	Nilai
Frekuensi	436,5 GHz
Panjang gelombang	68,7 cm
Diameter loop	21,87 cm
Keliling loop	68,7 cm
Diameter groundplane	51,54 cm
Diameter tembaga	3 mm
Tebal groundplane (aluminium)	1,5 mm

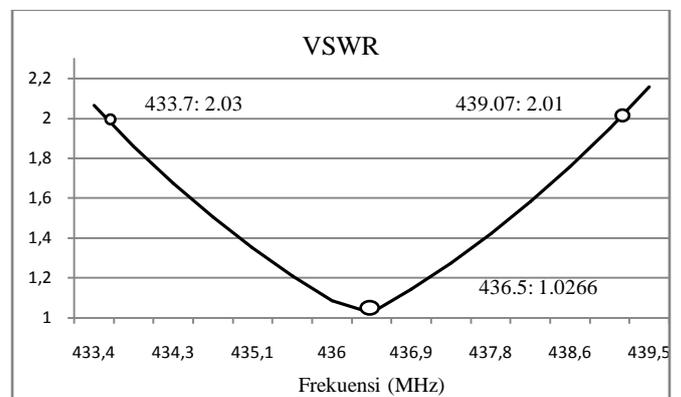
D. Simulasi Antena Loop

Dari hasil simulasi antenna loop 436,5 MHz diperoleh beberapa parameter dari antenna loop yang ditunjukkan pada gambar 6, 7. Dan 8

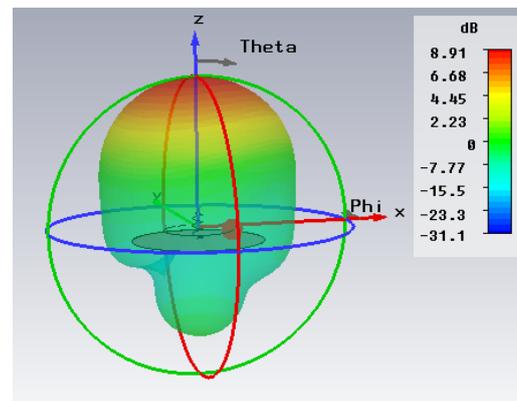


Gambar 6. Return loss antenna loop

dari data *return loss* didapat nilai *bandwidth* dari pengurangan frekuensi atas dan frekuensi bawah untuk nilai *return loss* lebih kecil -10 dB, sehingga $BW = 439,07 - 4,33,73 = 5,34$ MHz



Gambar 7. VSWR antenna loop



Gambar 8. Pola radiasi antenna loop

dari hasil simulasi nilai medan listrik pada sumbu x sebesar $12520,3 \text{ vm}^{-1}$, sedangkan untuk sumbu y sebesar $18399,4 \text{ vm}^{-1}$. Untuk nilai *axial ratio* dengan menggunakan persamaan

$$axial\ ratio = \frac{18399,4 \text{ vm}^{-1}}{12520,3 \text{ vm}^{-1}} = 1.469$$

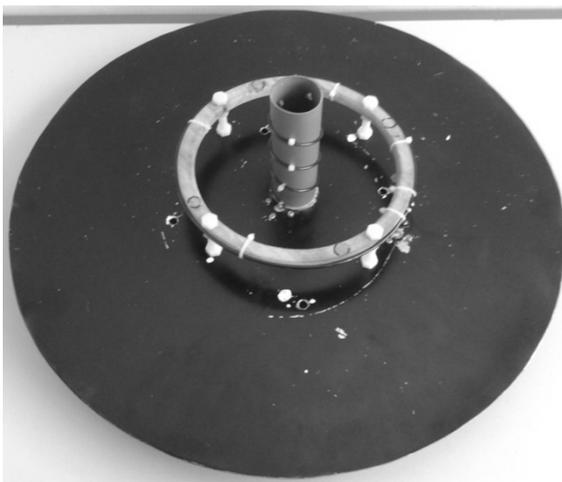
dilhat dari nilai *axial ratio* maka polarisasi antenna loop merupakan polarisaasi *ellips*.

Tabel 4.

Parameter antenna loop	
Parameter	Nilai
Return Loss	-37,608 dB
VSWR	1,02669
Bandwidth	5,34 MHz
Gain	8,91 dBi
Axial Ratio	1,469
Pola Radiasi	Direksional
HPBW	18 ⁰

III. PENGUJIAN

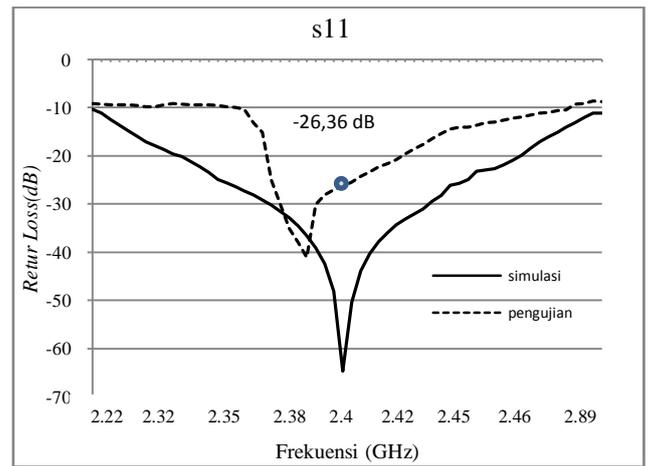
Parameter antenna yang dilakukan pengujian meliputi *return loss*, *bandwidth*, *VSWR*, pola radiasi, dan *gain* antenna. Dari data yang didapat akan dilakukan perbandingan parameter yang sama antara hasil simulasi dengan hasil pengujian. Realisasi desain dilakukan berdasarkan hasil perancangan serta simulasi antenna helix dan antenna loop dengan menggunakan *software* CST, yang sudah memenuhi syarat dari beberapa parameter antenna. Dalam pencatutan antenna karena bekerja pada frekuensi yang berbeda maka dilakukan dua pencatutan. Pencatutan antenna menggunakan konektor tipe *N female* dengan impedansi 50Ω. Proses pembuatan antenna helix menggunakan tembaga 2 mm yang dililitkan pada paralon dengan diameter 4 cm sebagai penyangga dari antenna helix untuk menjaga kondisi helix tetap pada posisi yang sesuai dengan hasil perancangan yang terdapat pada tabel 1. Sedangkan untuk antenna loop menggunakan kawat tembaga dengan diameter 3 mm yang diletakkan pada lingkaran kayu sebagai penyangga antenna loop agar diameter dan posisi loop tidak berubah. *Ground plane* dari kedua antenna terbuat dari aluminium dengan tebal 1,5 mm. Gambar dari realisasi desain kedua antenna yang ditempatkan dalam satu *ground plane* ditunjukkan pada gambar 9



Gambar 9. Antena helix dan loop

A. Antena Helix

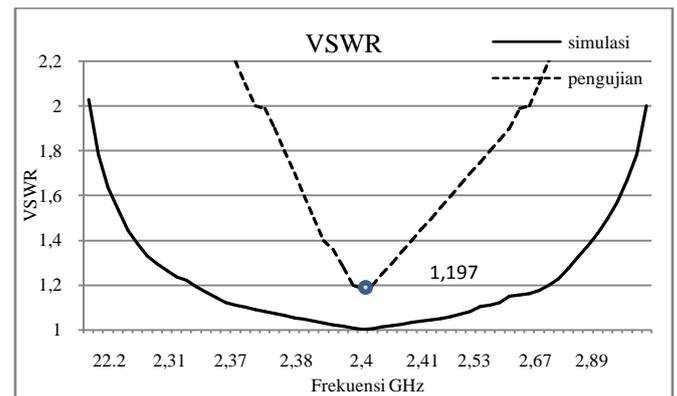
Dari hasil pengujian didapatkan parameter antenna helix 2,4 GHz, *return loss* ditunjukkan pada gambar 10



Gambar 10. Return loss antenna hasil pengujian dan simulai

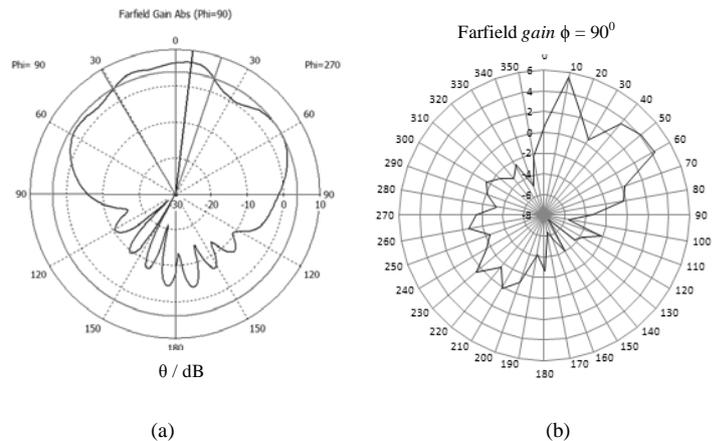
dari data *return loss* didapat nilai *bandwidth* sebesar $BW = 2,69-2,36 = 0,33$ GHz

Perbedaan hasil simulasi dan pengujian ini dikarenakan penyolderan konektor yang kurang sempurna, sehingga berpengaruh pada nilai *bandwidth*. Hal ini juga berpengaruh pada nilai *VSWR* dari antenna helix yang ditunjukkan pada gambar 11



Gambar 11. VSWR antenna hasil pengujian dan simulai

hasil pola radiasi antenna helix di tunjukkan pada gambar 12



Gambar 12. Pola radiasi antenna helix (a) hasil simulasi, (b) hasil pengujian

Setelah dilakukan simulasi didapatkan nilai beberapa parameter yang dapat dilihat pada tabel 5

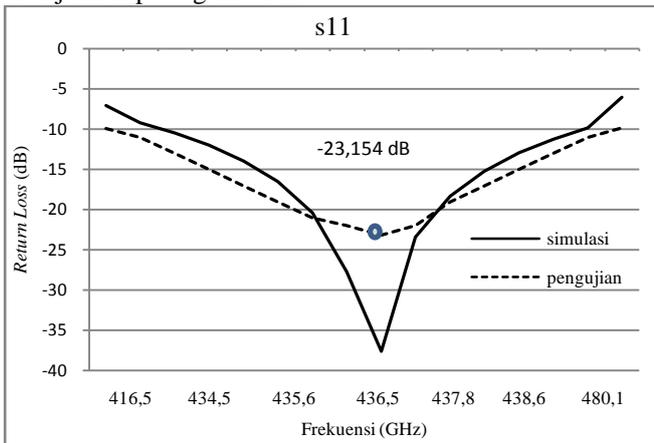
Tabel 5.

Hasil pengujian dan hasil simulasi antenna helix

Parameter	Simulasi	Pengujian
Return Loss	-64,659 dB	-26,364 dB
VSWR	1,00117	1,184
Bandwidth	0,7 GHz	0,33 GHz
Gain	7,4 dBi	5,454 dBi
HPBW	49.1 ⁰	20 ⁰

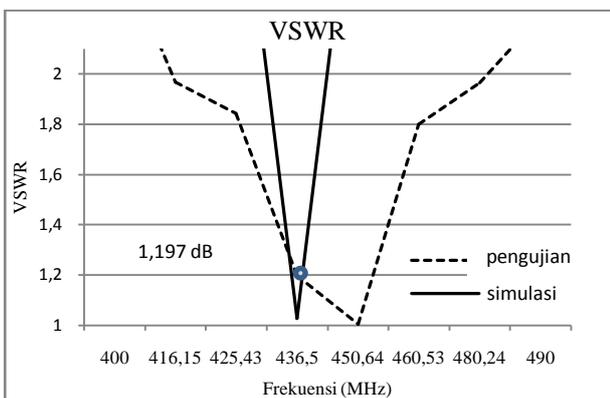
B. Antena Loop

Dari hasil pengujian didapatkan beberapa parameter antenna loop 436,5 MHz. Untuk *return loss* dari antenna loop ditunjukkan pada gambar 13

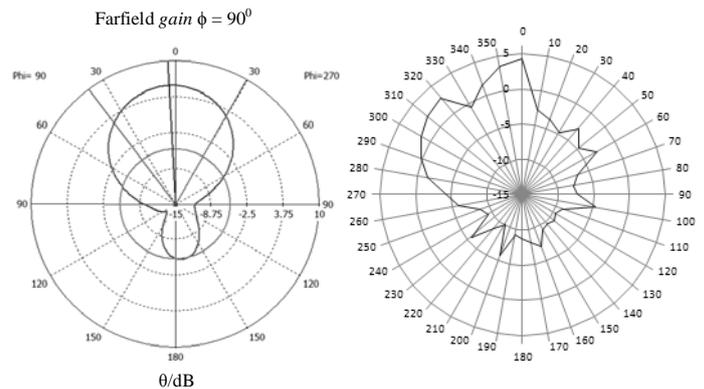


Gambar 13. Return loss antenna loop hasil pengujian dan simulasi

dari data *return loss* hasil pengujian didapat nilai *bandwidth* sebesar $BW = 480,23 - 416,15 = 64,08$ MHz. untuk VSWR dari ditunjukkan pada gambar 14



Gambar 14. VSWR antenna loop hasil pengujian dan simulasi



Gambar 15. Pola radiasi antenna loop (a) hasil simulasi, (b) hasil pengujian

Gain antenna loop dari hasil simulasi sebesar 8,91 dBi sedangkan untuk *gain* rata-rata hasil pengujian sebesar 4,148 dBi dengan *gain* tertinggi 7,52 dBi, penurunan *gain* ini disebabkan oleh pengaruh redaman udara ataupun juga pengaruh interferensi gelombang elektromagnetik disekitar tempat pengujian.

Setelah dilakukan pengujian didapatkan nilai dari beberapa parameter yang ditampilkan pada tabel 6

Tabel 6.

Hasil pengujian dan simulasi antenna loop

Parameter	Simulasi	Pengujian
Return Loss	-37,608 dB	-23,154 dB
VSWR	1,02669	1,197
Bandwidth	5,34 MHz	64,08 MHz
Gain	8,91 dBi	4,418 dBi
HPBW	66,5 ⁰	18 ⁰

IV. KESIMPULAN

Hasil simulasi maupun hasil pengujian antenna helix 2,4 GHz dan antenna loop 436,5 MHz telah memenuhi kriteria desain awal. Untuk antenna helix 2,4 GHz mempunyai nilai *return loss* sebesar -26 dB dengan koefisien refleksi $\Gamma = 0,05$, VSWR = 1,184, dan *gain* = 5,454 dBi. Adapun untuk *bandwidth* dari antenna helix sebesar 0,33 GHz, berpolarisasi sirkular dengan nilai *axial ratio* = 1.015. Antena loop 436,5 MHz menghasilkan nilai *return loss* sebesar -23 dB dengan koefisien refleksi $\Gamma = 0,05$, VSWR = 1,197, dan *gain* = 4,418 dBi. Adapun untuk *bandwidth* dari antenna helix sebesar 64,08 MHz, berpolarisasi secara *ellips* dengan nilai *axial ratio* = 1.469 . Perbedaan nilai *return loss* dan VSWR dari hasil pengujian dan simulasi dikarenakan *loss* saat fabrikasi, sedangkan untuk perbedaan *gain* dan pola radiasi hasil pengujian dan simulasi bisa dikarenakan pengaruh gelombang elektromagnetik yang terdapat di sekitar tempat pengujian, namun hasil yang didapatkan sesuai dengan kriteria desain awal sehingga antenna dapat diaplikasikan untuk perangkat *ground station* satelit IiNUSAT-02.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui program pengembangan stasiun bumi untuk komunikasi data, citra, dan video dengan satelit LEO VHF/UHF/S-Band menuju kemandirian teknologi satelit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. "INSPIRE" : <http://inspire.or.id/web/>
- [2]. IINUSAT, "Preliminary Design Review", 2010.
- [3]. Balanis, Constantine A., *Antenna Theory Analysis And Design*, Canada: John Wiley & Sons.2005
- [4]. Kraus, J.D and Marhefka, R.J., *Antennas : for all Application*, 3rd ed., Mc. Graw Hill, New York,2002