

Desain dan Manufaktur Antena Heliks Oktafilar Pada Frekuensi 436,5 MHz Untuk Sistem Komunikasi Satelit

Heri Agus Susanto

Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya
Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60111, INDONESIA
E-mail : heriagus273@gmail.com

ABSTRAK

Antena heliks oktafilar merupakan antena modifikasi dari antena heliks. Proyek akhir ini berfokus pada perancangan dan pembuatan antena heliks bifilar pada frekuensi 436,5 MHz. Frekuensi 436,5 MHz merupakan frekuensi UHF-Band yang sering diaplikasikan dalam sistem komunikasi satelit saat ini. Hasil simulasi antena menunjukkan bahwa antena ini dapat bekerja pada frekuensi 436,5 MHz.

Antena heliks oktafilar didesain menggunakan perancangan optimum berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan dan dilakukan simulasi antena dengan menggunakan software CST Microwave Studio 2011 dengan hasil return loss sebesar -32,656 dB pada diameter kawat 1,5 mm dan bandwidth sebesar 7,33 MHz. sedangkan pada diameter kawat 1,5 mm, hasil return loss sebesar -23,545 dB pada diameter kawat 1,7 mm dan bandwidth sebesar 8,35 MHz. Nilai VSWR pada diameter 1,5 mm adalah 1,0477. Untuk diameter 1,7 mm VSWR sebesar 1,1425 dan gain yang diperoleh dari hasil simulasi pada diameter 1,5 mm adalah sebesar 1,99 dBi, sedangkan untuk gain pada diameter 1,7 mm sebesar 2,07 dBi.

Hasil realisasi antena pada antena heliks oktafilar menghasilkan return loss sebesar -11,21 dB pada diameter kawat 1,5 mm dan bandwidth sebesar 60,954 MHz. sedangkan hasil return loss sebesar -11,07 dB pada diameter kawat 1,7 mm dan bandwidth sebesar 90,007 MHz. Nilai VSWR pada diameter 1,5 mm adalah 1,76. Untuk diameter 1,7 mm VSWR sebesar 1,79 dan gain yang diperoleh dari hasil simulasi pada diameter 1,5 mm adalah sebesar 3,63 dBi .sedangkan untuk gain pada diameter 1,7 mm sebesar 4,15 dBi.

Kata kunci : antena heliks oktafilar, frekuensi 436,5 MHz

1. Pendahuluan

Saat ini sistem komunikasi satelit semakin berkembang. Seiring perkembangan tersebut, untuk membangun komunikasi satelit diperlukan antena sebagai perangkat yang berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan sebaliknya. Antena memiliki beberapa parameter sehingga dapat digunakan untuk menunjang sistem komunikasi satelit, salah satu parameter penting dari kinerja suatu antena adalah polarisasi. Jenis polarisasi suatu antena ditentukan oleh arah medan listrik yang dipancarkan oleh antena tersebut. Dengan menggunakan sistem telekomunikasi satelit seringkali terjadi gangguan dalam transmisi dikarenakan sinyal mengalami interferensi yang menyebabkan berubahnya polarisasi. Dalam

kondisi tersebut, untuk mengurangi interferensi dari sinyal yang tidak diinginkan, maka diperlukan antena dengan *gain* yang baik dan memiliki polarisasi sirkular.

Dengan antena berpolarisasi sirkular tidak diperlukan lagi penyesuaian antara antena pengirim dan penerima, karena antena dapat menerima sinyal dalam polarisasi horisontal, vertikal, dan miring. Selain itu, dalam pengembangan system komunikasi satelit nano digunakan frekuensi kerja yang berada pada band radio amatir UHF, sehingga dalam penelitian ini akan dirancang dan dibuat antena heliks oktafilar yang bekerja pada frekuensi 436,5 MHz serta memiliki polarisasi sirkular dan pola radiasi *directional*. Antena heliks oktafilar memiliki 8 buah filar, dimana masing-masing filar membentuk

½ lilitan sehingga membuat dimensi antenna menjadi tidak terlalu lebar.

2. Antena Heliks Oktafilar

Antena heliks oktafilar terdiri dari empat heliks bifilar identik yang diatur koaksial dengan 45° untuk setiap pemisahan ruang. Gambar 2.13a menunjukkan struktur konfigurasi dari setengah belokan dari antena heliks oktafilar. Satu lengan dari antena heliks oktafilar disebut bifilar yang terdiri dari dua diagonal strip tipis berlawanan mengelilingi sekitar silinder yang melingkar dan bentuk dua elemen heliks identik terhubung radial pada bagian atas. Unsur bifilar terdiri dari konduktor berkelanjutan, yang mana terbuka pada pusat radial dari bagian bawah. Dua konduktor terbuka yang akhir menyediakan terminal *feed* untuk heliks. Koordinat persegi panjang dari setiap titik sembarang pada elemen bifilar dapat dihitung dengan persamaan (1) – (3) [1] :

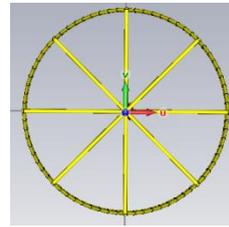
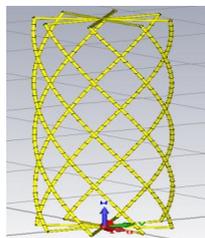
$$x = R_o \cos(u + \frac{\pi p}{2}) \quad (1)$$

$$y = R_o \sin(u + \frac{\pi p}{2}) \quad (2)$$

$$z = R_o u \tan \alpha \quad (3)$$

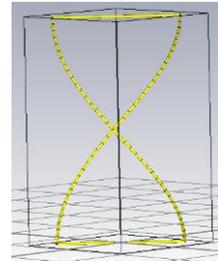
Dimana $p=0$ dan $p=2$ untuk dua lengan heliks. u merupakan sudut dari sumbu x , dimulai dari $u=0$ and dan berakhir pada $u=2\pi N$, N merupakan jumlah lilitan. R_o merupakan *radius* heliks. Untuk satu lilitan C merupakan *circumference* ($2\pi R_o$), dan jarak antar lilitan $S=C \tan \alpha$, Untuk α merupakan *pitch angle* yang dibentuk oleh garis singgung ke kawat heliks dan sebuah *plane* tegak lurus dengan sumbu heliks. H merupakan panjang aksial (NS). Empat heliks identik yang digunakan pada antena heliks oktafilar merupakan *feed* dari ujung bawah oleh jaringan *phasing* menghasilkan perkembangan fase dari 45° sehingga berguna pada pengendalian *phasing* yang mana antena meradiasikan dalam mode *back fire* atau *end fire*.

Untuk contoh desain antena heliks oktafilar seperti pada gambar 1 [1] :



a. Tampilan Atas

b. Bentuk 3D



c. Setengah lilitan 1 bifilar heliks

Gambar 1. Desain Antena Heliks Oktafilar

Dari hasil perhitungan dimensi antenna, diperoleh nilai dimensi antenna seperti dalam tabel 1.

Tabel 1. Dimensi antenna heliks oktafilar hasil perancangan

Parameter	Ukuran (d=1,5mm)	Ukuran (d=1,7 mm)
Radius heliks (R_a)	40,31 mm	40,31 mm
Panjang aksial (H)	182,13 mm	182,13 mm
Tinggi lilitan (L_a)	141.801 mm	143.821 mm
Panjang filar (Perimeter)	2749,2 mm	2749,2 mm
<i>Pitch angle</i> (α)	59,35°	59,35°

3. Desain antena

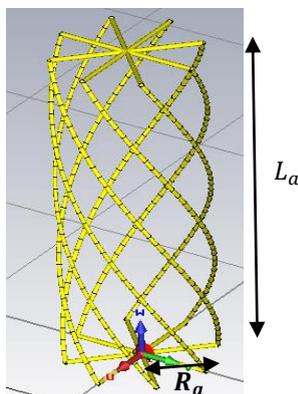
Dalam desain dari antenna, ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi untuk desain dari antenna agar dapat bekerja dengan baik yaitu axial ratio < 3 dB, return loss < -10 dB dan VSWR < 2. Pada tabel 2 terdapat spesifikasi dari antenna [4] [5].

Tabel 2. Spesifikasi antenna

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi	436,5 MHz
Bandwidth	7,6 kHz – 100 MHz
Axial Ratio	< 3 dB
Polarisasi	Sirkular
Return Loss	< -10 dB
VSWR	< 2

4. Simulasi dan Hasil Parameter Antena

Simulasi pada antenna heliks oktafilar dengan menggunakan software CST Microwave Studio 2011 dilakukan variasi jenis diameter kawat tembaga (d) yaitu 1,5mm dan 1,7 mm. Feeder dari antenna heliks oktafilar menggunakan *discreate port* dengan impedansi input dibuat normalisasi sebesar 50 Ohm dan mengcompile proses menggunakan *transcient solver*.



Gambar 2. Konstruksi dari antenna heliks oktafilar

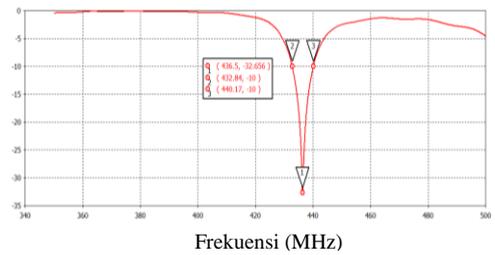
Konstruksi antenna heliks oktafilar pada CST Microwave Studio 2011 dibuat berdasarkan dimensi hasil perhitungan seperti pada tabel 1. Dalam simulasi dapat dihasilkan nilai dari beberapa parameter seperti *return loss*, VSWR, gain, *axial ratio*, pola radiasi dan polarisasi. Hasil dari simulasi pada antenna heliks oktafilar seperti berikut :

1. Return Loss

Nilai *return loss* yang dijadikan acuan adalah -10 dB. Hasil simulasi Pada $d = 1,5\text{mm}$ menunjukkan bahwa nilai *return loss* di bawah -10 dB mulai dari frekuensi 432,84 MHz hingga 440,17 MHz dan pada frekuensi kerja 436,5 MHz nilai *return loss*-nya adalah -32,656 dB.

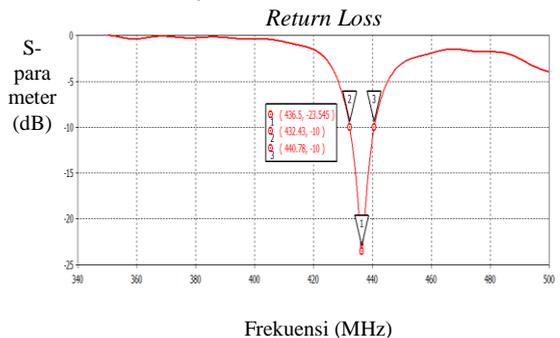
S-
para
meter
(dB)

Return Loss



Gambar 3. Grafik S11 OHA $d=1,5\text{mm}$

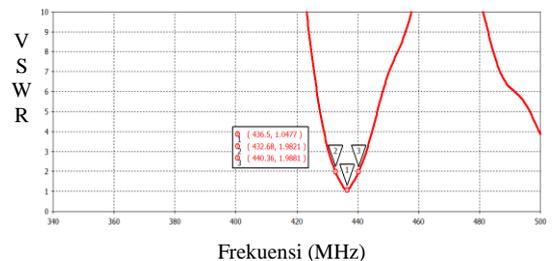
Untuk $d = 1,7 \text{ mm}$ pada hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *return loss* di bawah -10 dB mulai dari frekuensi 432,43 MHz hingga 440,78 MHz. Dan pada frekuensi kerja 436,5 MHz nilai *return loss*-nya adalah -23,574 dB.



Gambar 4. Grafik S11 OHA $d=1,7 \text{ mm}$

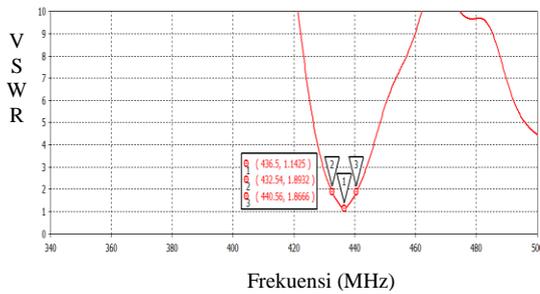
2. VSWR

Nilai VSWR maksimum yang dapat ditoleransi adalah 2. Hasil simulasi pada $d=1,5\text{mm}$ menunjukkan nilai VSWR di bawah 2 adalah pada frekuensi 432,68 MHz sampai 440,36 MHz dan pada frekuensi kerja 436,5 MHz nilai VSWRnya adalah 1,0477.

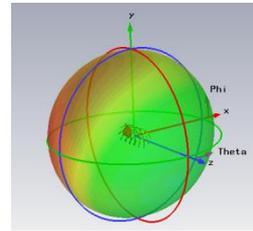


Gambar 5. Grafik VSWR OHA $d=1,5 \text{ mm}$

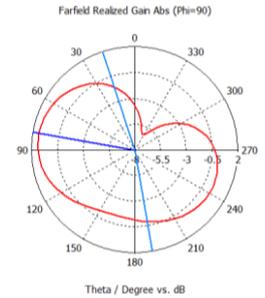
Hasil simulasi pada $d=1,7 \text{ mm}$ menunjukkan nilai VSWR di bawah 2 adalah pada frekuensi 432,54 MHz sampai 440,56 MHz dan pada frekuensi kerja 436,5 MHz nilai VSWRnya adalah 1,1425.



Gambar 6. Grafik VSWR OHA d= 1,7 mm



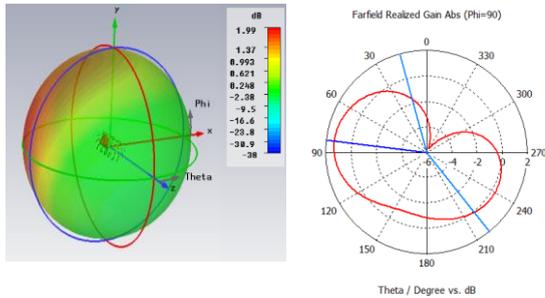
a. Bentuk 3D



b. Bentuk Polar

3. Pola Radiasi

Hasil simulasi pada d=1,5 mm menunjukkan pola radiasi antenna heliks oktafilar hasil rancangan adalah *directional* dengan *main lobe magnitude* sebesar 1,986 dB pada sudut 0°.



a. Bentuk 3D

b. Bentuk Polar

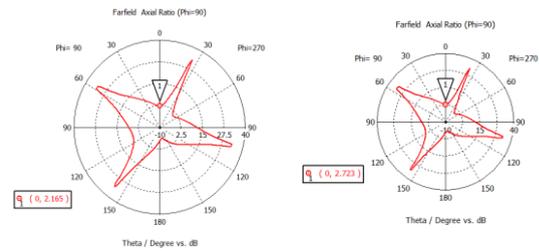
Gambar 7. Pola radiasi OHA pada d=1,5mm

Dalam koordinat polar, pola radiasi antenna heliks oktafilar memiliki HPBW sebesar 203,1° pada d=1,5 mm. Sedangkan, ketika d=1,7 mm menunjukkan pola radiasi antenna heliks oktafilar hasil rancangan adalah *directional* dengan *main lobe magnitude* sebesar 2,067 dB pada sudut 0°.



4. Polarisasi

Hasil simulasi polarisasi ditunjukkan oleh nilai *axial ratio* dalam fungsi sudut. Nilai *axial ratio* sendiri merupakan perbandingan antara nilai medan E pada posisi horizontal dengan nilai medan E pada posisi vertikal seperti pada persamaan (2.12 - 2-15).



a) d=1,5 mm

b) d=1,7 mm

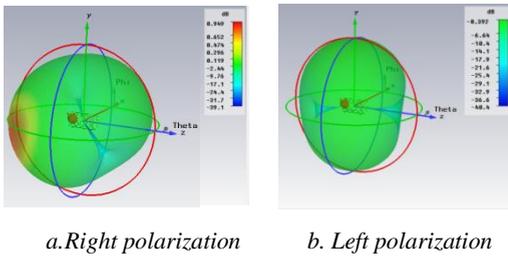
Gambar 9. Axial ratio OHA hasil simulasi

Grafik *axial ratio* dalam simulasi pada d=1,5 mm menunjukkan bahwa pada sudut 0° nilai *axial ratio* dari antenna heliks oktafilar adalah 2,165 dB. Nilai *axialratio* dibawah 3 dB menunjukkan bahwa antenna heliks oktafilar hasil simulasi memiliki polarisasi sirkular.

Grafik *axial ratio* dalam simulasi pada d=1,7 mm menunjukkan bahwa pada sudut 0° nilai *axial ratio* dari antenna heliks oktafilar adalah 2,723 dB. Nilai *axial ratio* dibawah 3 dB menunjukkan bahwa antenna heliks oktafilar hasil simulasi memiliki polarisasi sirkular.

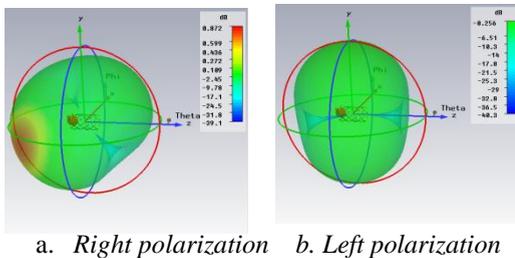
Dari simulasi juga dapat diketahui bahwa hasil rancangan antenna heliks oktafilar pada

diameter kawat tembaga (d) = 1,5 mm memiliki polarisasi sirkular jenis RHCP karena nilai *gain* pada right polarization lebih besar dari pada left polarization yang ditunjukkan pada Gambar 10. Dimana nilai *gain* pada saat LHCP sebesar -0,3916 dB, sedangkan *gain* pada RHCP adalah sebesar 0,9487 dB.



Gambar 10. Polarisasi sirkular 3D $d=1,5$ mm

Sedangkan, hasil simulasi antenna heliks oktafilar pada diameter kawat tembaga (d) = 1,7 mm memiliki polarisasi sirkular jenis RHCP karena nilai *gain* pada right polarization lebih besar dari pada left polarization yang ditunjukkan pada Gambar 11. Dimana nilai *gain* pada saat LHCP sebesar -0,2558 dB, sedangkan *gain* pada RHCP adalah sebesar 0,8720 dB.



Gambar 11. Polarisasi sirkular 3D $d=1,7$ mm

5. Hasil Realisasi Antena

Berikut ini merupakan hasil realisasi antenna yang tersusun dari bahan kawat tembaga dengan diameter 1,5 mm dan 1,7 mm.

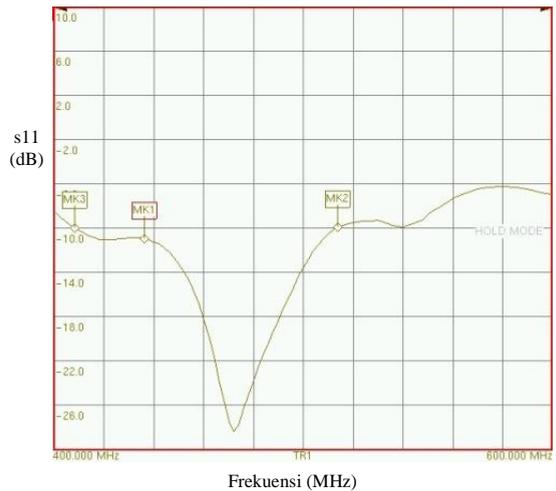


(a) Diameter (d)=1,5 mm (b). Diameter (d)=1,7 mm
Gambar 12. Hasil realisasi antenna OHA

6. Pengujian

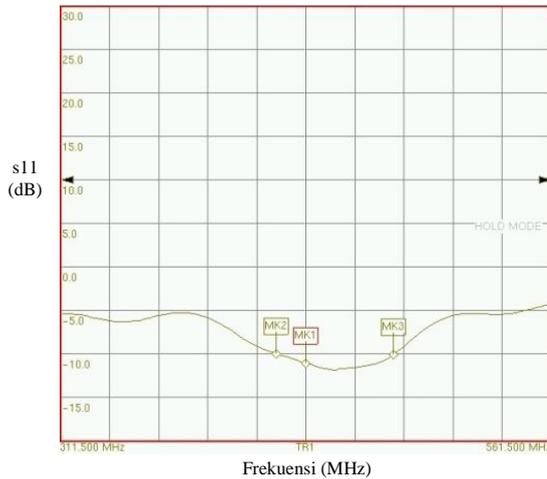
A. Return Loss

Hasil pengujian nilai *return loss* dapat dilihat pada gambar 20. Dari hasil pengujian nilai *return loss* antenna heliks oktafilar dengan diameter kawat 1,5 mm diperoleh pada frekuensi 436,5 MHz memiliki nilai *return loss* -11,21 dB. Nilai tersebut sesuai dengan kriteria desain dimana nilai S11 pada frekuensi kerja (436,5 MHz) harus di bawah -10 dB.



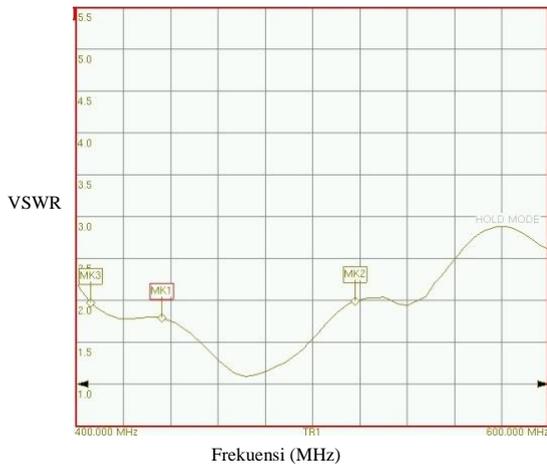
Gambar 13. Grafik S11 parameter OHA 1,5 mm hasil pengujian

Pada hasil pengujian pada Gambar 14, nilai *return loss* antenna heliks oktafilar dengan diameter kawat 1,7 mm diperoleh pada frekuensi 436,5 MHz memiliki nilai *return loss* -11,07 dB. Nilai tersebut sesuai dengan kriteria desain dimana nilai *return loss* pada frekuensi kerja (436,5 MHz) harus di bawah -10 dB.



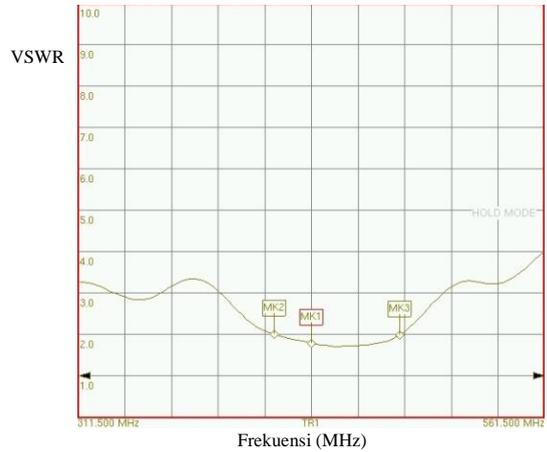
Gambar 14. Grafik S11 parameter OHA 1,7 mm hasil pengujian

B. VSWR



Gambar 15. VSWR OHA 1,5 mm hasil pengujian

MK1 menyatakan nilai *VSWR* yang berada pada frekuensi 436,5 MHz sebesar 1,76. MK2 adalah marker yang menandai nilai *VSWR* pada frekuensi 421,924 MHz sebesar 1,95. Sedangkan MK3 adalah marker yang menunjukkan nilai *VSWR* pada frekuensi 482,878 MHz sebesar 1,95. MK2 dan MK3 adalah nilai *return loss* pada -10 dB.

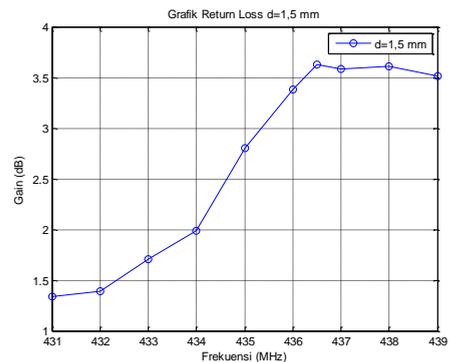


Gambar 16. VSWR OHA 1,7 mm hasil pengujian

MK1 menyatakan nilai *VSWR* yang berada pada frekuensi 436,5 MHz sebesar 1,79. MK2 adalah marker yang menandai nilai *VSWR* pada frekuensi 500,487 MHz sebesar 1,95. Sedangkan MK3 adalah marker yang menunjukkan nilai *VSWR* pada frekuensi 410,480 MHz sebesar 1,95. MK2 dan MK3 adalah nilai *return loss* pada -10 dB.

C. Gain

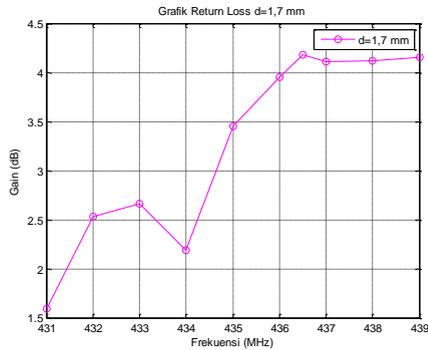
Pada gambar 17 didapatkan hasil pengukuran gain antenna heliks oktafilar dengan diameter kawat tembaga 1,5 mm pada frekuensi 436,5 MHz sebesar 3,63 dBi.



Gambar 17. Grafik plot menggunakan matlab untuk hasil pengukuran gain d=1,5 mm.

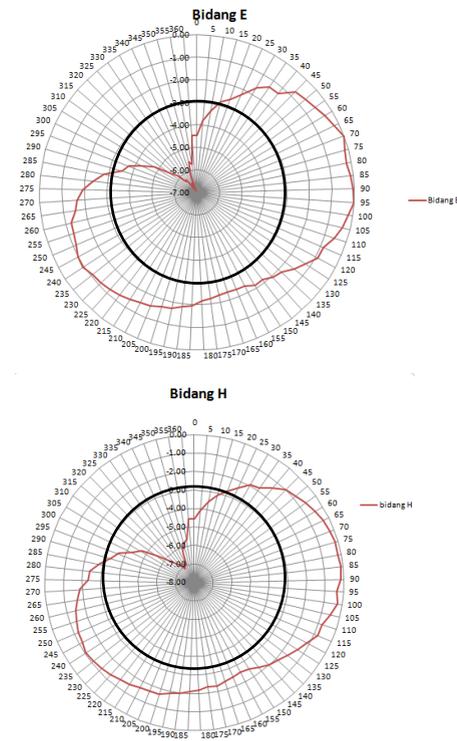
Pada gambar 18 didapatkan hasil pengukuran gain antenna heliks oktafilar dengan diameter kawat

1,7 mm pada frekuensi 436,5 MHz sebesar 4,18 dBi.

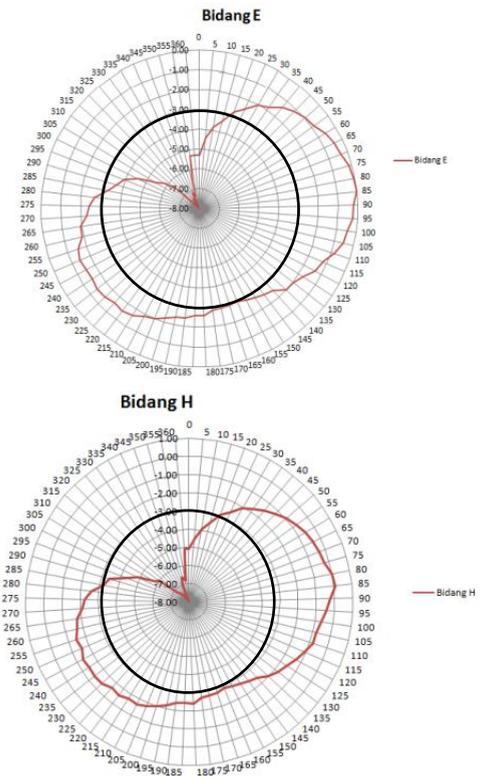


Gambar 18. Grafik plot menggunakan matlab untuk hasil pengukuran gain $d=1,7$ mm

D. Pola Radiasi



Gambar 19. Pola radiasi OHA bidang E dan bidang H pada $d=1,5$ mm



Gambar 20. Pola radiasi OHA bidang E dan bidang H pada $d=1,7$ mm

Dari gambar pola radiasi diatas terlihat bahwa garis berwarna merah mewakili hasil pengukuran level daya yang diterima oleh antena dan garis berwarna hitam adalah letak -3 dB.

Magnitude yang di-plot pada setiap sudut merupakan hasil normalisasi daya yang terukur. Antena heliks oktafilar mempunyai daya yang paling besar ketika berada pada sudut 85 derajat.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi & Pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi		Hasil Pengukuran	
	d=1,5 mm	d=1,7 mm	d=1,5 mm	d=1,7 mm
	432,84 MHz	432,43 MHz	421,92 MHz	410,48 MHz

kerja	440,17 MHz	440,78 MHz	482,878 MHz	500,487 MHz
Return loss (436,5 MHz)	-32,656 dB	-23.545 dB	-11,21 dB	-11,07 dB
Bandwidth	7,33 MHz	8,35 MHz	60,954 MHz	90,007 MHz
Axial ratio	2,15 dB	2,72 dB	1,28 dB	1,59 dB
VSWR	1,0477	1,1425	1,76	1,79
Gain	1,986 dBi	2,067 dBi	3,63dBi	4,15 dBi

7. Kesimpulan

1. Antena heliks oktafilar bekerja pada range frekuensi 436,5 MHz menghasilkan return loss -11,21 dB pada $d=1,5$ mm dan menghasilkan return loss pada $d=1,7$ mm sebesar -11,07 dB.
2. Bandwidth pada $d=1,5$ mm sebesar 60,954 MHz dan pada $d=1,7$ mm menghasilkan bandwidth sebesar 90,007 MHz.
3. Pada kedua diameter kawat tembaga pada antena heliks oktafilar mempunyai polarisasi sirkular karena nilai axial ratio kurang dari 3 dB.
4. Gain yang dihasilkan dari realisasi antena lebih besar dari hasil simulasi yaitu pada $d=1,5$ mm menghasilkan gain 3,63 dBi dan pada $d=1,7$ mm menghasilkan gain sebesar 4,15 dBi.
5. Perbedaan hasil pengukuran yang tidak sesuai dengan hasil simulasi dapat disebabkan oleh kesalahan pada proses fabrikasi yang mengakibatkan adanya ketidakpresisian proses pembuatan antena, terutama dari segi dimensi, sehingga hal tersebut sangat berpengaruh pada hasil pengukuran.

Referensi

- [1] Saber H. Zainud-Deen, Hend A. Malhat dan Kamal H. Awadalla, "Octafilar Helical Antenna for Portable UHF-RFID Reader", *International Journal of Engineering Business Management Special Issue on Radio Frequency Identification and Wireless Sensor Networks*, 2012.
- [2] Violita, *Desain Antena Heliks Quadrifilar pada Frekuensi 2,4 GHz Untuk Perangkat Ground Station Satelit Nano*. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, 2013.
- [3] C. A. Balanis, "Broadband Antenna", Chapter 10 in *Antennas Theory*, IEEE PRESS, 2001
- [4] G. I. McKerricher, and J. S. Wight, "Quadrifilar Helical Antenna for UHF RFID", in *Proc. IEEE Antenna and Propagation Soc. Int. Symp., Vol. 1, June 2010*.
- [5] S. H. Zainud-Deen, N. M. Salem, S. M. Ibrahim, and H. A. Moaafy, "Investigation of an octafilar helix antenna," 9th International Symposium on Antennas Technology and Applied Electromagnetics, ANTEM, pp. 542-545, July 2002, Manitoba, Canada.
- [6] Amrullah Y.S., *Desain Antena Monopole UHF untuk Uplink pada Satelit Iinusat-02*, Jurnal Teknik ITS Vol.1, 2012.
- [7] Alan Sujadi, *Desain Antena Microstrip dengan Tapered Peripheral Slits Untuk Payload Satelit Nano Pada Frekuensi 436,5 MHz*, Jurnal Teknik ITS Vol.1, 2012.
- [8] Maxwell M.W., Chapter 22 "The Quadrifilar Helix Antenna" in ARRL book "Reflection", CQ Communications, Inc., 1991.
- [9] Marais S.J., Chapter 2 "The Quadrifilar Helix Antenna" in book "The Quadrifilar Helix Antenna and its Application to Wide Angle Phase-Steered Arrays", Stellenbosch University, 2007.
- [10] S. H. Zainud-Deen, N. M. Salem, S. M. Ibrahim, and H. A. Moaafy, "Octafilar helix antennas for mobile satellite handsets," in

*Proc. IEEE Antennas and Propagation Soc.
Int. Symp., Vol. 1, June 2003, USA.*

- [11] Budi Aswoyo, "Studi Perbandingan Efisiensi Bahan Pada Pembuatan Antena Horn Sektorial Bidang Medan Listrik (E)", PENS-ITS, Surabaya, 2007. *tena Microstrip dengan Tapered Peripheral*