

PENGARUH DIMENSI HELIKS TERHADAP JENIS POLA RADIASI ANTENA

(EFFECT OF HELICAL DIMENSION TOWARD RADIATION PATTERN TYPE OF ANTENNA)

Iwan Faizal, Irwan Priyanto
Peneliti Bidang Muatan Satelit Pusteksat LAPAN
Email: iwan.faizal@lapan.go.id, irwan.priyanto@lapan.go.id

Abstrak

Pada antena heliks, pola radiasi antena dibagi menjadi dua jenis yaitu pola radiasi ke segala arah dan pola radiasi terarah. Untuk antena heliks berpola radiasi ke segala arah dikategorikan pada antena heliks moda normal sedangkan untuk antena heliks berpola radiasi terarah dikategorikan dalam antena heliks moda aksial. Pada makalah ini akan dilakukan investigasi untuk kasus antena heliks mengenai dimensi heliks terhadap jenis pola radiasinya sehingga sesuai dengan misi dan penggunaan antena tersebut. Metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan simulasi menggunakan perangkat lunak antena. Berdasarkan hasil analisa diperoleh hasil bahwa untuk dimensi heliks yang memiliki circumference yang lebih besar dari pada 0.75λ cenderung memiliki pola radiasi satu arah (direksional) sehingga sesuai untuk misi /aplikasi satelit mikro seperti LAPAN TUBSAT, LAPAN A2, P3E AMSAT-DL. sedangkan dimensi heliks yang memiliki circumference yang lebih kecil dari 0.75λ cenderung memiliki pola radiasi ke beberapa/segala arah (omni-direksional) sehingga sesuai untuk misi /aplikasi komunikasi bergerak (handset) dan perangkat portabel.

Kata Kunci: Dimensi heliks, keliling heliks, pola radiasi, omni-direksional, direksional.

Abstract

In the helical antenna, antenna radiation patterns are divided into two types: omni-directional and directional. Helical antenna with omni-directional radiation pattern is categorized in normal mode helical antenna while helical antenna with a directional radiation pattern is categorized in the axial mode helical antenna. This paper will be investigated for the case of the helical antenna about helical dimension of the types of radiation patterns so in accordance with the mission and the use of such antennas. The method is done is by using software to simulate antenna. Based on the analysis results obtained showed that for dimensional helix has a larger circumference than the 0.75λ tend to have radiation pattern in one direction (directional) that correspond to the mission / micro satellite applications such as LAPAN TUBSAT, LAPAN A2, AMSAT-DL P3E. while the dimensions of the helix which has a smaller circumference than the 0.75λ tend to have radiation pattern to some / all directions (omni-directional) that correspond to the mission / application of mobile communications (handset) and portable devices.

Key Words: Helical dimension, circumference, radiation pattern, omni-directional, directional.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan pola radiasi *far-field*, antena heliks beroperasi di salah satu dari dua moda prinsip: moda normal dengan radiasi maksimum tegak lurus terhadap sumbu helix; atau moda aksial dengan radiasi maksimum dalam arah sumbu [6].

Moda normal (*broadside*) [1] mendominasi ketika *circumference* (C) [8], panjang satu putaran (L) [6][8] heliks jauh lebih kecil dari panjang gelombangnya (λ).

Karena dimensinya lebih kecil dari panjang gelombangnya maka efisiensi antena ini rendah, *bandwidth* nya sempit dan arus yang melalui panjang heliks besar dan fase nya adalah konstan [1]. Pola *far-field* nya adalah independen dari banyaknya putaran dan bisa dicapai dengan menguji satu putaran. Satu putaran dapat diperkirakan sebagai *loop* kecil dan *dipole* ideal [8]. Pola radiasi dari antena heliks moda normal adalah *omni-directional* [8][9] dan umumnya mirip dengan pola radiasi antena *dipole* pendek [9].

Struktur *self-resonant* memungkinkan antena heliks moda normal untuk memiliki karakteristik radiasi sebanding dengan antena *dipole* resonansi *straight-wire* yang lebih panjang [3]. Oleh karena itu, antena heliks moda normal biasa menemukan banyak aplikasi di mana dimensi fisik dari antena yang penting, seperti *handset* [4], telepon seluler [2][7] dan tag *RFID* [10].

Moda aksial (*endfire*)[1] adalah moda yang paling umum digunakan, memberikan radiasi maksimum sepanjang sumbu heliks, kondisi ini dapat terjadi ketika *circumference* heliks mendekati satu panjang gelombangnya ($C \approx \lambda$) [6][5][8].

Karena *circumference* mendekati satu panjang gelombang maka arus pada titik-titik yang berlawanan pada satu putaran sekitar 180° diluar fase. Ini akan membatalkan pembalikan arah arus yang diintrodukir oleh setengah putaran. Dengan demikian, radiasi dari titik berlawanan pada heliks mendekati fase nya yang mengarah ke penguatan sepanjang sumbu di *far-field* [8].

Antena heliks moda aksial sangat nonkritikal dan salah satu yang paling mudah dari semua antena untuk dibuat. Namun demikian, perhatian terhadap detail dari antena dapat memaksimalkan kinerjanya[6].

Antena ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan antena lain pada umumnya, yang terutama adalah sifat dari antena ini hampir mendekati sifat dari antena *broadcast* (≥ 2) dengan rasio bandwidth 1,78:1 dan banyak digunakan pada satelit komunikasi secara luas[8].

Pola radiasi *omni-directional* biasa digunakan untuk misi /aplikasi komunikasi bergerak (*handset*) dan perangkat *portable*. Sedangkan untuk untuk dimensi heliks $3/4\lambda < C < 4/\lambda$ [6] akan menghasilkan pola radiasi direksional sehingga sesuai untuk misi /aplikasi satelit mikro[8] seperti LAPAN TUBSAT, LAPAN A2, P3E AMSAT-DL.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh dimensi heliks yaitu ukuran *circumference* (C) terhadap jenis pola radiasi antena pada frekuensi S-Band 2,22 GHz dengan menggunakan perangkat lunak antena, sehingga dapat diperoleh hasil rancangan yang sesuai dengan misi dan penggunaan antena heliks tersebut.

2. STUDI PUSTAKA

Seperti telah dijelaskan pada bab pendahuluan bahwa yang menentukan operasi antena heliks moda normal (*broadside*) adalah dimensi heliksnya berupa *circumference* (C) dan panjang satu putaran heliks (L_0). Ke dua dimensi heliks tersebut nilainya harus lebih kecil dari panjang gelombang (λ) atau (C atau $L_0 \ll \lambda$). Sementara itu yang menentukan operasi antena heliks moda aksial (*endfire*) adalah dimensi heliksnya yaitu *circumference* (C) yang nilainya berada diantara $3/4\lambda < C < 4/3\lambda$, jika radiasinya maksimum maka nilainya mendekati panjang satu gelombang (λ) atau $C \approx \lambda$. Ke dua pola radiasi diperlihatkan pada Gambar 2-1. Pola radiasi antena heliks moda normal adalah ke segala arah (*omni-directional*) sementara itu pola radiasi antena heliks moda aksial adalah ke satu arah (*directional*).

Secara umum untuk mengetahui besarnya *circumference* antena heliks dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C = \pi d \quad (\text{cm}) \dots\dots\dots(2-1)$$

Untuk mengetahui besarnya *circumference* antena heliks moda normal dapat menggunakan persamaan berikut ini[Balanis, 1982]:

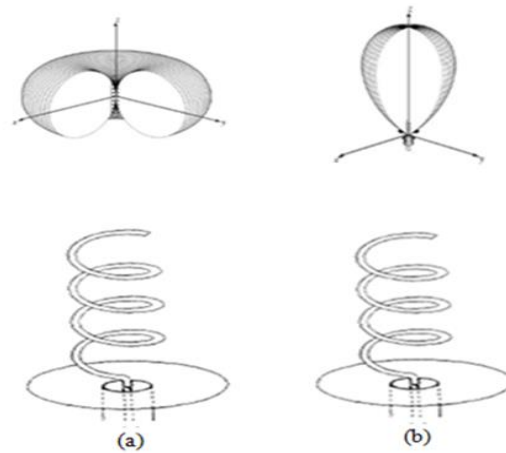
$$C = \sqrt{2S\lambda} \quad (\text{cm}) \dots\dots\dots(2-2)$$

Besarnya panjang satu putaran heliks pada operasi moda normal dapat dihitung dengan menggunakan formula (2-3)[1]:

$$L_0 = \sqrt{S^2 + C^2} \quad (\text{cm}) \dots\dots\dots(2-3)$$

Besarnya *circumference* antena heliks moda aksial dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2-4)[6][5][8]:

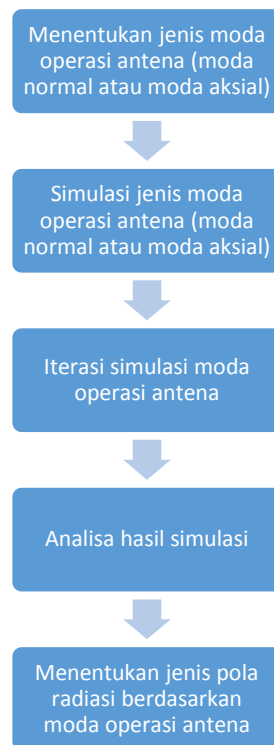
$$\frac{3}{4}\lambda < C < \frac{4}{3}\lambda \quad (\text{cm}) \dots\dots\dots(2-4)$$



Gambar 2-1 Pola radiasi antenna heliks[1]
a. Moda normal (*omni-directional*) $C \ll \lambda$
b. Moda aksial (*directional*) $C \approx \lambda$ (maksimum)

3. METODOLOGI

Metodologi yang dipergunakan pada penelitian ini adalah metode analitis hasil simulasi moda operasi antenna heliks pada frekuensi 2,22 GHz. Didalam simulasi ini akan ditentukan jenis pola radiasi antenanya berdasarkan salah satu parameter dimensi heliks yaitu *circumference* (C).



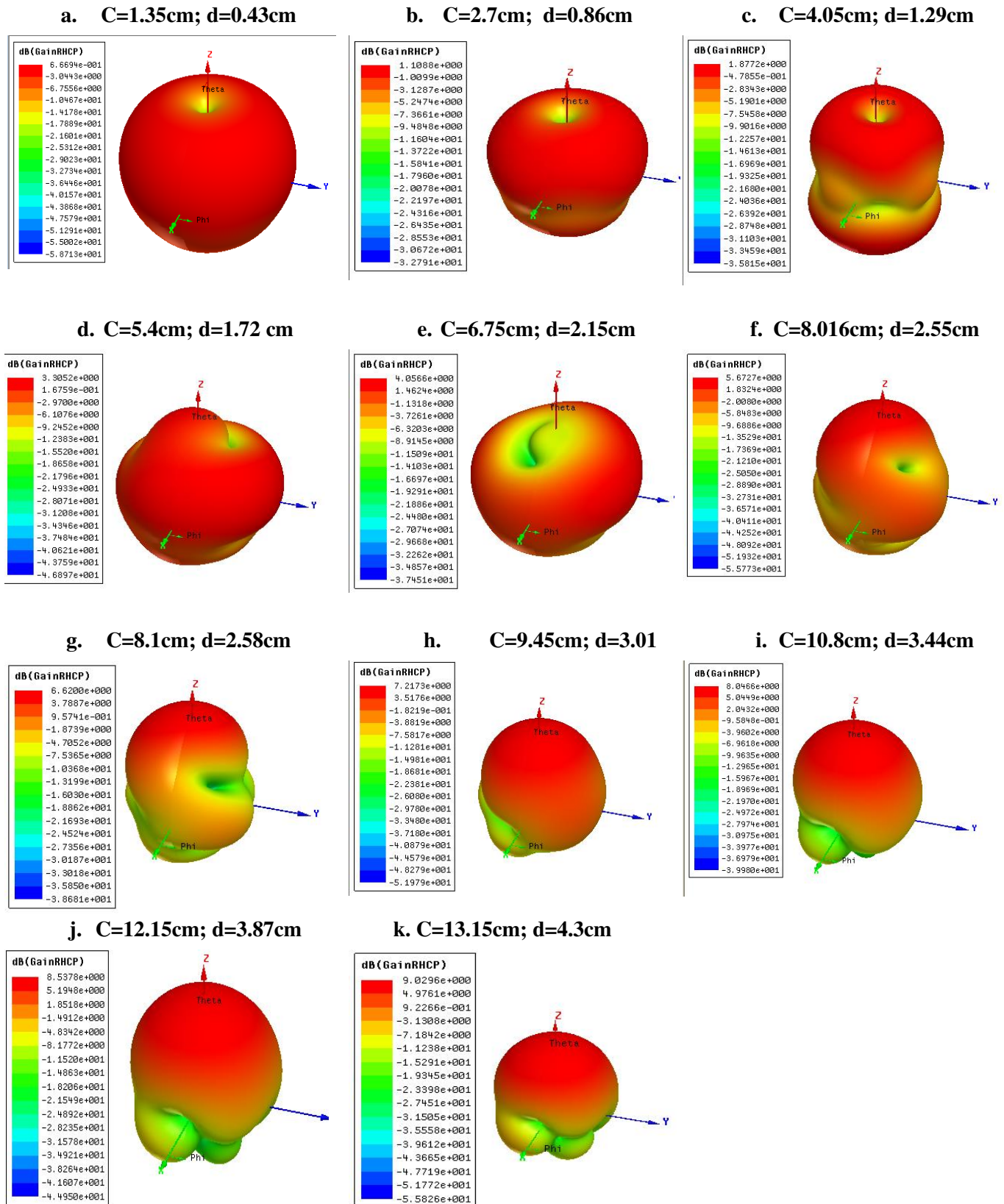
Gambar 3-1 Diagram alir proses penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan desain dan simulasi antenna heliks dengan spesifikasi yaitu frekuensi kerja 2.22 GHz, panjang gelombang (λ) sebesar 13.5 cm, ukuran kawat tembaga *copperwire* 16 AWG (*American Wire Gauge*) atau sebesar 1.291mm, jumlah lilitan (N) sebesar 3.13 lilitan, Spasi antar lilitan (S) sebesar 2.38 cm, Jenis Polarisasi *RHCP* (*Right Hand Circular Polarization*), dimensi *ground plane* 10.1 x 10.1 cm. Telah dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak antenna dengan

variasi perubahan variabel diameter heliks untuk dioperasikan pada moda normal dan moda aksial. Hasil simulasi ditunjukkan pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Pola Radiasi 3D Antena

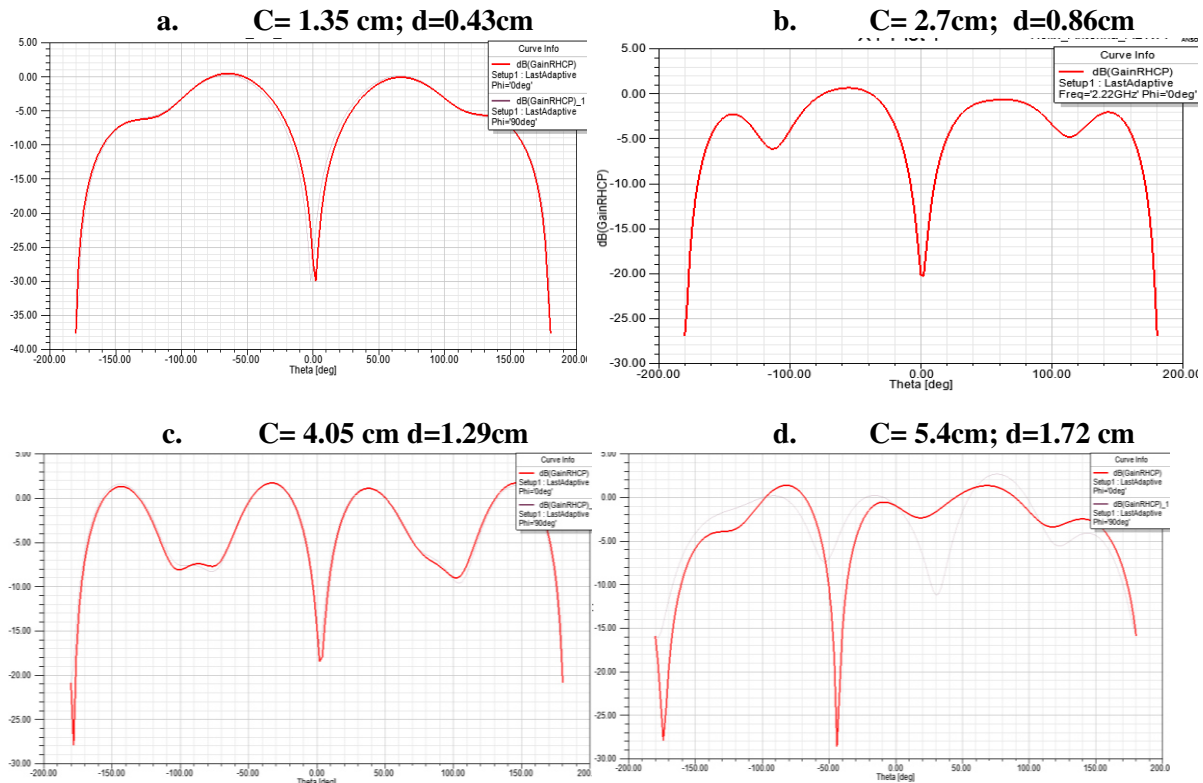


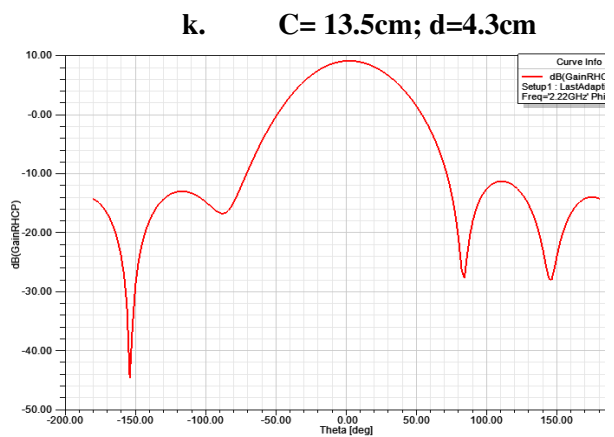
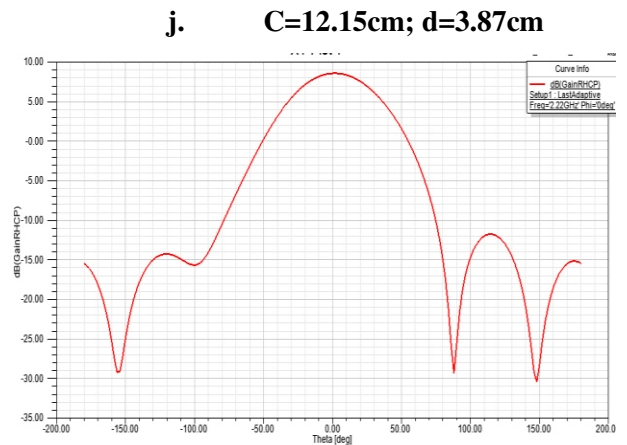
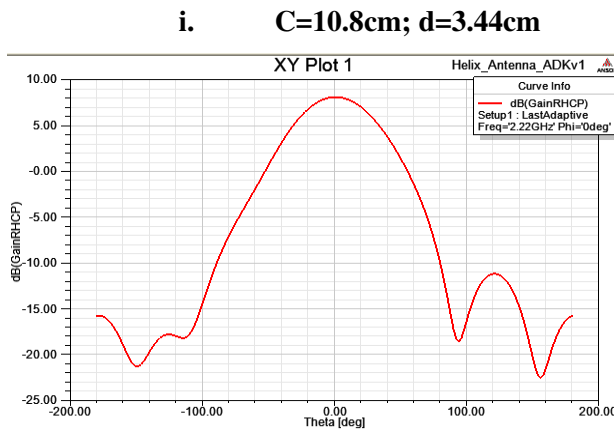
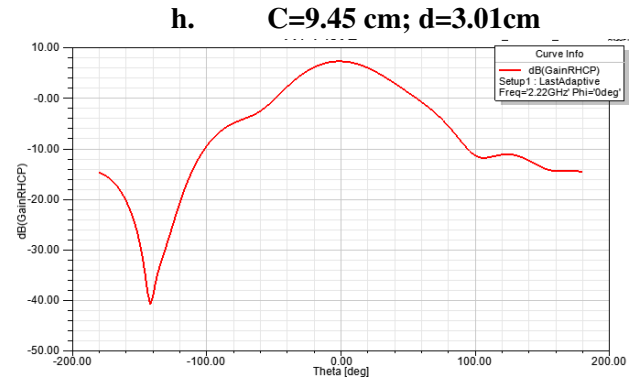
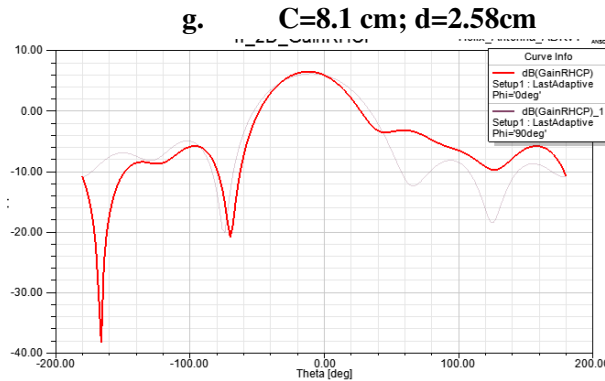
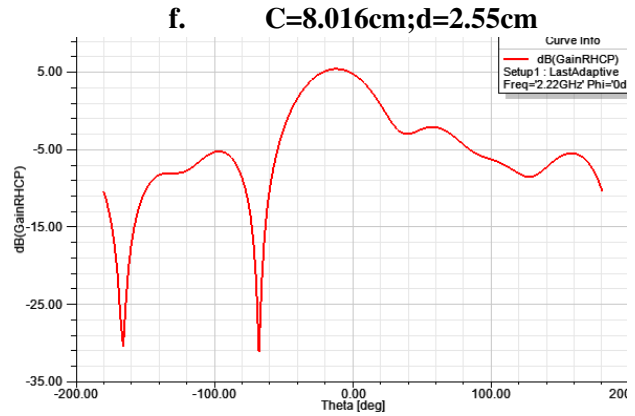
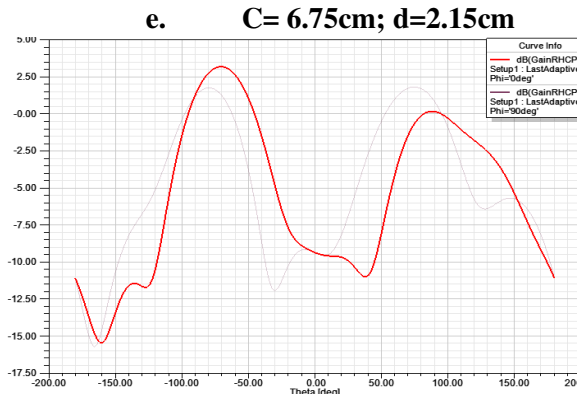
Tabel 4-1, menampilkan gambar tiga dimensi pola radiasi hasil perancangan dengan variasi variabel diameter 0.43 cm sampai dengan 4.3 cm. Peningkatan diameter heliks seiring dengan

bertambahnya nilai circumference. Pada gambar a dengan nilai $C=1.35\text{cm}$ dan $d=0.43\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk buah apel dengan gain yang hampir merata sumbu X, Y dan Z. Pada gambar b dengan nilai $C= 2.7\text{cm}$ dan $d=0.86\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk buah apel dengan dengan gain yang sedikit berkurang pada sumbu Z negative. Pada gambar c dengan nilai $C=4.05\text{cm}$ dan $d=1.29\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk buah apel yang termakan dengan dengan gain yang berkurang pada sumbu Z nol. Pada gambar d dengan nilai $C=5.4\text{cm}$ dan $d=1.72\text{ cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal yang tidak rata dengan dengan gain yang sedikit berkurang pada sumbu X, Y dan Z. Pada gambar e dengan nilai $C=6.75\text{cm}$ dan $d=2.15\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal yang tidak rata dengan dengan gain yang sedikit berkurang pada sumbu Z maks. Pada gambar f dengan nilai $C=8.016\text{cm}$ dan $d=2.55\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal yang tidak rata dengan dengan gain yang sudah mulai berkurang di semua sumbu. Untuk hasil pola radiasi gambar a dengan diameter 0.43cm sampai dengan gambar b dengan 2.55cm secara umum menampilkan pola radiasi mendekati bentuk buah apel dengan puncak *gain* ke segala arah pada sumbu X, Y dan Z. Hal ini menunjukkan bahwa antenna beroperasi pada moda normal (*broadside*).

Pada gambar g dengan nilai $C=8.1\text{cm}$ dan $d=2.58\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pipih pejal yang tidak rata dengan dengan gain yang berkurang pada sumbu Z negatif. Pada gambar h dengan nilai $C=9.45\text{cm}$ dan $d=3.01$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal dengan gain yang berkurang pada sumbu Y negative. Pada gambar i dengan nilai $C=10.8\text{cm}$ dan $d=3.44\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal dengan gain yang berkurang pada sumbu Z negative. Pada gambar j dengan nilai $C=12.15\text{cm}$ dan $d=3.87\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal dengan gain yang berkurang pada sumbu Z negative. Pada gambar k dengan nilai $C=13.15\text{cm}$ dan $d=4.3\text{cm}$ pola radiasi mendekati bentuk bola pejal dengan gain yang berkurang pada sumbu Z negative. Untuk hasil pola radiasi gambar g dengan diameter 2.58cm sampai dengan gambar k dengan 4.3cm secara umum menampilkan pola radiasi dengan puncak *gain* menuju ke satu arah. Hal ini menunjukkan bahwa antenna beroperasi pada moda aksial (*endfire*).

Tabel 4-2 Pola Radiasi 2D Antena





Tabel 4-2, menampilkan gambar 2 dimensi pola radiasi hasil perancangan dengan variasi diameter 0.43 cm sampai dengan 4.3 cm. Gambar 2 dimensi ini memperlihatkan gambar plot sumbu X dan Y sehingga dapat lebih jelas untuk diamati. Untuk hasil pola radiasi dengan diameter 0.43 – 3.87

cm menampilkan pola radiasi dengan beberapa puncak gelombang sebagai *mainlobe* di setiap sumbu derajat. Hal ini menunjukkan bahwa antenna beroperasi cenderung ke beberapa arah sehingga dapat dikatakan antenna beroperasi pada moda normal (*broadside*). Untuk hasil pola radiasi dengan diameter 2.58 - 4.3 cm menampilkan pola radiasi dengan dengan satu puncak gelombang dominan sebagai *main lobe* di sepanjang sumbu derajat. Hal ini menunjukkan bahwa antenna beroperasi cenderung ke satu arah sehingga dapat dikatakan antenna beroperasi pada moda aksial (*endfire*).

Berdasarkan hasil simulasi, untuk dimensi antenna dengan variasi nilai diameter sebesar 4.3 cm dan *circumference* (*C*) sebesar 13.5 cm memiliki nilai *C* yang sama dengan panjang gelombang (λ) antenna yang digunakan yaitu sebesar 13.5 cm. Hasil yang diperoleh merupakan pola radiasi dengan *mainlobe* menuju satu arah. Hal inii juga terjadi untuk dimensi antenna dengan variasi nilai diameter sebesar 3.44 cm dengan *circumference* (*C*) sebesar 10.8 cm dan diameter sebesar 3.87 cm dengan *circumference* (*C*) sebesar 12.15 cm. Apabila kita perhatikan nilai *circumference* untuk ketiga antenna ini memiliki nilai *C* yang lebih besar dari pada 0.75λ . Hal ini berarti untuk *C* yang lebih besar dari pada 0.75λ cenderung memiliki pola radiasi satu arah (*directional*) sehingga sesuai untuk misi /aplikasi satelit mikro seperti LAPAN TUBSAT, LAPAN A2, P3E AMSAT-DL. Berdasarkan penelitian *J. D. Krauss* diperoleh hasil bahwa batas ukuran *circumference* untuk memperoleh pola radiasi satu arah adalah sebesar $4/3 \lambda$. Sedangkan dimensi heliks yang memiliki *circumference* yang lebih kecil dari pada 0.75λ cenderung memiliki pola radiasi ke segala arah (*omni-directional*)) sehingga sesuai untuk misi /aplikasi komunikasi bergerak (*handset*) dan perangkat portabel. Berdasarkan hasil simulasi dapat pula diperoleh rangkuman hasil seperti yang tersaji pada tabel 4.3.

Tabel 4-3 Rangkuman *gain* dan jenis pola radiasi

No.	Dimensi Helix	Gain Antena	Pola Radiasi
1.	C= 1.35cm; d=0.43cm	Low	omni-directional
2.	C= 2.7cm; d=0.86cm	Low	omni-directional
3.	C= 4.05cm d=1.29cm	Low	omni-directional
4.	C= 5.4cm; d=1.72 cm	Low	omni-directional
5.	C= 6.75cm; d=2.15cm	Low	omni-directional
6.	C=8.016cm;d=2.55cm	Low	omni-directional
7.	C=8.1cm; d=2.58cm	Moderate	omni-directional
8.	C=9.45cm; d=3.01cm	Moderate	omni-directional
9.	C=10.8cm; d=3.44cm	Moderate/High	directional
10.	C=12.15cm; d=3.87cm	Moderate/High	directional
11.	C= 13.5cm; d=4.3cm	Moderate/High	directional

Berdasarkan tabel 4-3 dapat diketahui bahwa pada antenna untuk moda normal dengan pola radiasi *omni-directional* (segala arah) memiliki konsekuensi terhadap *gain* antenna yang dihasilkan menjadi kecil. Sedangkan pada antenna untuk moda aksial dengan pola radiasi *directional* (satu arah) memiliki pengaruh terhadap *gain* antenna yang dihasilkan menjadi lebih besar. Namun dimungkinkan untuk merancang sebuah antenna dengan moda normal yang memiliki pola radiasi ke segala arah dengan nilai *gain* antenna yang *moderate* (tidak kecil) dengan memperhatikan ukuran dari diameter heliks.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa nilai *circumference* (dimensi heliks) akan mempengaruhi jenis pola radiasi antenna heliks pada frekuensi S-Band 2,22 GHz. Batas ukuran *circumference* untuk memperoleh pola radiasi satu arah (*directional*) adalah sebesar $4/3 \lambda$ dan karakteristik pola radiasinya relatif konstan yang merupakan ciri/fitur dari antenna heliks moda aksial. Sedangkan dimensi heliks yang memiliki *circumference* yang lebih kecil dari pada 0.75λ cenderung memiliki pola radiasi ke segala arah (*omni-directional*) yang merupakan cirri/fitur dari antenna heliks moda normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua teman-teman Pusteksat atas dukungannya yang sangat besar sehingga *paper* ini dapat direalisasikan dengan baik.

PERNYATAAN

Seluruh isi dari paper ini dibuat oleh penulis dengan sesungguhnya dan sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Balanis, Constantine. *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. ISBN: 0-471-66782-X, 2005.
- 2) Faiz, M. M and Wahid, P. *Microstrip Line Matched Normal Mode Helical Antenna for Cellular Communication*. Southeastcon'98, Proceedings, IEEE, pp. 182-185, 1998.
- 3) Hiroi, Y and Fujimoto, K. *Practical Usefulness of Normal Mode Helical Antenna*, *IEEE AP-S Int. Symp.*, pp. 238-241, 1976.
- 4) Hui, H. T. *Practical Dual-Helical Antenna Array for Diversity/MIMO Receiving Antennas on Mobile Handsets*. IEE Proceeding, Microwaves, Antennas and Propagation, vol. 152, no. 5, pp. 367-372, 2005.
- 5) King, Howard E and Won, Jimmy L. *ANTENNA ENGINEERING HANDBOOK*. Copyright © 2007 The McGraw-Hill Companies, 2007.
- 6) Kraus, J. D. *Antennas*, 2nd Edition, *McGraw-Hill Book Co*, New York, 1997.
- 7) Noguchi, K; Betsudan, S, Katagi, T and Mizusawa, M. A Compact Broad-Band Helical Antenna with Two-Wire Helix, *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 51, no. 9, pp. 2176-2181, 2003.
- 8) Stutzman, W. L, and Thiele, G. A. *Antenna Theory and Design*, 2nd Edition. John Wiley & Sons. Inc. NJ. ISBN 978-0-471-02590-0, 1998.
- 9) Su, Changyi; Ke, Haixin and Hubing, Todd. *A Simplified Model for Normal Mode Helical Antennas*. ACES JOURNAL, VOL. 25, NO. 1, JANUARY 2010.
- 10) Yamada, Y; Hong, W. G; Jung, W. H and Michishita, N. *High Gain Design of a Very Small Normal Mode Helical Antenna for RFID Tags*, *IEEE Region 10 Conference*, pp. 1-4, 2007.