

OPTIMALISASI DIMENSI REFLEKTOR UNTUK MENINGKATKAN PENGUATAN ANTENA HELIKS

OPTIMIZATION OF GROUND PLANE DIMENSIONS TO INCREASE HELICAL ANTENNA GAIN

Iwan Faizal, Irwan Priyanto, Suhata
Pusat Teknologi Satelit-Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
iwan.faizal@lapan.go.id

Abstrak

Antena heliks adalah salah satu antena yang memiliki penguatan cukup besar, dan memiliki pola radiasi terarah dengan lebar pita 1.78: 1 dan mendekati antena siaran (≥ 2). Antena ini telah banyak diaplikasikan untuk sistem komunikasi satelit dan sistem komunikasi bergerak. Dalam makalah ini akan dilakukan investigasi terhadap desain antena heliks dengan tiga reflektor yang berbeda pada frekuensi 1,8 GHz. Metode penelitian yang digunakan adalah menganalisis ketiga antena tersebut dengan mengubah-ubah bentuk reflektornya menggunakan Metode Momen, sehingga didapatkan penguatan antena heliks terbesar. Dari hasil penelitian, penguatan antena heliks dengan reflektor persegi adalah 13,8 dBi, penguatan antena heliks dengan reflektor cangkir silinder adalah 15,3 dBi, dan penguatan antena heliks dengan reflektor kerucut terpotong adalah 17 dBi. Dengan mengoptimalkan ke tiga dimensi reflektor dapat meningkatkan penguatan antena heliks sekitar 1,5 hingga 1,7 dBi.

Kata kunci: Heliks, penguatan, persegi, cangkir silinder, kerucut terpotong

Abstract

The helical antenna is one of the antennas that has the gain is large enough, and has a directional radiation pattern with a 1.78: 1 bandwidth and approaches the broadcast antenna (≥ 2). This antenna has been widely applied to satellite communication systems and mobile communication systems. In this paper will do investigation the design of helical antennas with three different reflectors at 1.8 GHz frequency. The research method used is to analyze the three antennas by changing the shape of its ground plane using the Method of Moments (MoM), so obtained the largest helix antenna gain. From the results of research, the helical antenna gain with square ground plane is 13.8 dBi, the helical antenna gain with the cylindrical cup ground plane is 15.3 dBi, and the helix antenna gain with the truncated cone ground plane is 17 dBi. With optimizing the ground plane dimensions can increase the helical antenna gain by about 1.5 to 1.7 dBi.

Keywords: Helix, gain, square, cylindrical cup, truncated cone

1. PENDAHULUAN

Antena heliks diperkenalkan oleh John D. Kraus pada tahun 1946. Berdasarkan *far-field radiation pattern*, antena heliks beroperasi di salah satu dari dua mode prinsip: mode normal dengan radiasi maksimum tegak lurus terhadap sumbu heliks dan mode aksial dengan radiasi maksimal ke arah sumbu [12]. Antena heliks disebut juga sebagai heliks kawat tunggal (*unifilar helix*) [12], karena alasan tersebut, jenis antena yang demikian terdiri dari kawat tunggal atau goresan pita tipis seperti putaran tangan kanan atau tangan kiri, berdiri sendiri atau goresan pada dielektrik silinder [17]. 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 [17].

Antena heliks moda aksial memancar seperti *endfire radiator* dengan pancaran tunggal sepanjang sumbu heliks [9] dan besarnya keliling heliks (*circumference*) hampir mendekati panjang gelombangnya ($C \approx \lambda$) [8,12,17]. Pola radiasi antena heliks moda aksial ini adalah *directional* (terarah) sehingga sesuai untuk misi /aplikasi satelit mikro [10]. Polarisasi antena heliks moda aksial ini adalah sirkular (lingkaran). Jika antena ini ditempatkan di satelit maka polarisasi antenanya adalah *RHCP* (*Right*

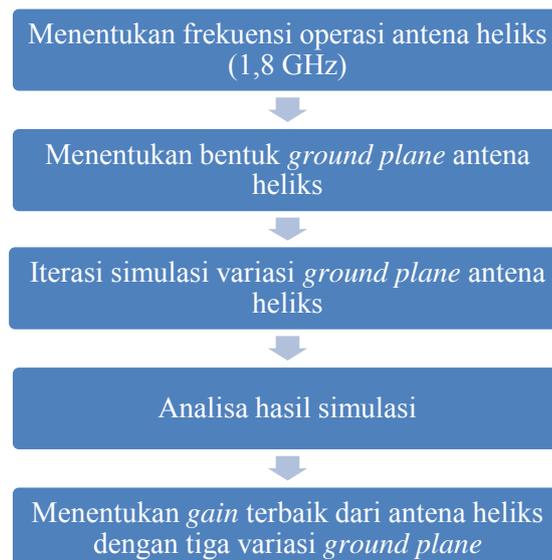
Handed Circular Polarization), karena akan lebih baik jika dibandingkan dengan polarisasi *LHCP* (*Left Handed Circular Polarization*) dalam hal *gain* nya. Antena heliks berpolarisasi *LHCP* biasanya ditempatkan di *ground station* sebagai *feed* parabola. Antena heliks moda aksial ini dapat menerima sinyal dengan tipe polarisasi linier seperti vertikal dan horizontal [3]. 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 [12].

Bentuk dan dimensi *ground plane* berpengaruh pada kinerja antena heliks [2]. Ke dua *ground plane cylindrical cup* dan *truncated cone* dapat meningkatkan *gain* antena dengan menahan radiasi yang tidak diinginkan dan mengalihkannya dengan baik. Antena heliks dengan *ground plane truncated cone* [5] memiliki *axial ratio* dan *sidelobe levels* lebih rendah dibandingkan antena dengan *infinite ground plane*. Dimensi tutup disekeliling *ground plane* telah diketahui dan dimensi-dimensi dari antena heliks perlu divariasikan secara serempak untuk mendapatkan desain yang optimal [6,15].

Gain antena heliks secara signifikan dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran reflektor [4]. *Gain* antena heliks dengan bentuk *ground plane* yang berbeda seperti *infinite*, *square*, *cylindrical cup* dan *truncated cone* telah dianalisa [2,5,6]. Antena heliks dengan *ground plane* meningkatkan *gain* antena heliks dibandingkan antena heliks dengan *infinite ground plane* [6]. Varian antena heliks telah digunakan secara luas dalam sistem komunikasi satelit dan sistem komunikasi bergerak dengan *gain* dan *directivity* yang tinggi [1]. Tetapi, beberapa data desain yang sering digunakan selalu berbeda dengan hasil eksperimen [8] dan dengan hasil teoritis lainnya [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis antena heliks dengan mengoptimalkan dimensi ketiga *ground plane*-nya yang berbeda pada frekuensi 1,8 GHz, sehingga didapatkan antena heliks dengan performa *gain* terbaik, dan sesuai dengan misi serta penggunaan antena heliks tersebut.

2. METODOLOGI

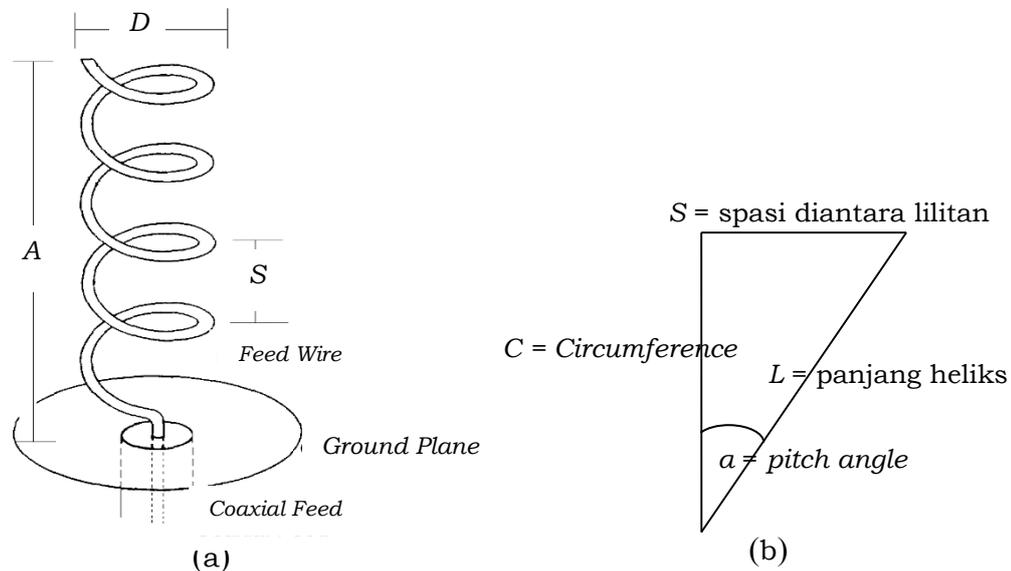
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menganalisis ketiga antena heliks tersebut menggunakan *MoM*, yaitu dengan mengubah-ubah dan mengoptimalkan bentuk *ground plane*-nya atau reflektornya. Adapun *ground plane* yang akan dioptimalkan adalah bentuk *square*, *cylindrical cup*, dan *truncated cone*, sehingga dari Analisa ini akan didapatkan *gain* yang paling besar. Frekuensi kerja yang digunakan adalah dengan rentang dari 1200 MHz sampai 2200 MHz, dan untuk frekuensi pusatnya adalah 1,8 GHz, kemudian optimal *pitch angle* (α) yang digunakan adalah $13,5^{\circ}$ dan banyaknya putaran atau lilitan $N = 16,2$ putaran. Pada Gambar 1 diperlihatkan diagram alir proses penelitian.



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

3. LANDASAN TEORI

Pada gambar 2 diperlihatkan beberapa parameter penting pada desain antenna heliks yaitu: diameter antenna (D), keliling heliks (*circumference*) (C), spasi diantara lilitan (*spacing between turns*) (S), *pitch angle* (α), panjang aksial (*axial length*) (A) [11].



Gambar 2. (a) Geometri antenna helix (b) Hubungan antara *circumference* (C), diameter heliks (D), *pitch angle* (α), spasi diantara lilitan (*spacing between turns*) (S) dan panjang aksial (*axial length*) (A)

Geometri antenna heliks ditentukan oleh banyaknya putaran (N), spasi diantara lilitan (S), radius heliks (a) dan radius kawat (r). Panjang aksial heliks adalah $A = NS$, keliling heliks/*circumference* adalah $C = 2\pi a$, dan *pitch angle* adalah $\alpha = \arctan(S/C)$ [2].

Berdasarkan kepada data desain klasik [12], operasi mode aksial terjadi jika *circumference* (C) bernilai kurang lebih satu kali panjang gelombangnya (λ), pada frekuensi tengah dari frekuensi kerjanya ($3/4\lambda < C < 4/3\lambda$). Sementara untuk *pitch angle* (α) yang optimal berada diantara $12^\circ < \alpha < 14^\circ$. hal ini berhubungan dengan besarnya spasi diantara lilitan (S) yang berkisar antara $0,2126C < S < 0,2867C$.

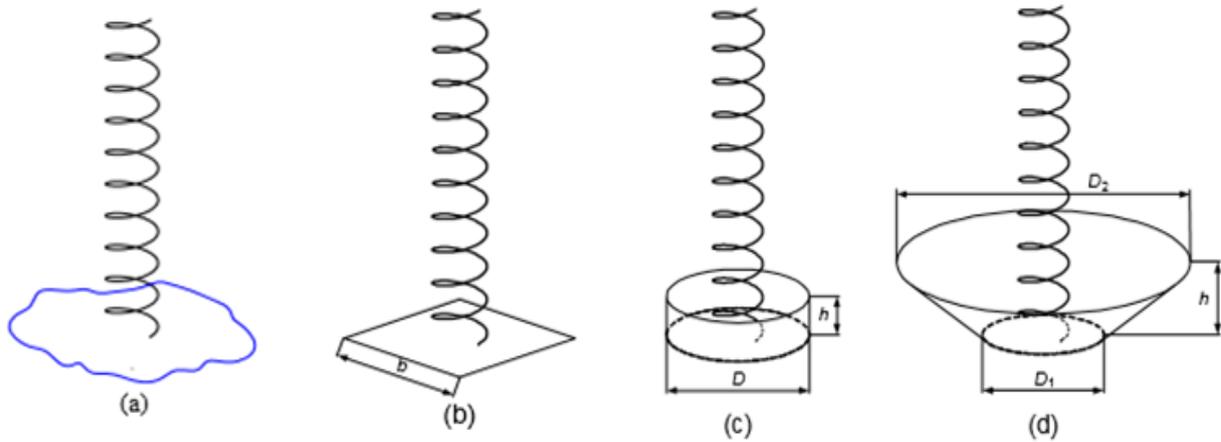
Diameter kawat hampir tidak berpengaruh pada karakteristik antenna [16] dalam rentang $0,005 < d/\lambda < 0,05$. Jumlah minimum lilitan adalah sekitar $N = 4$.

Ukuran dan bentuk *ground plane* tidak kritis [12,17]. Biasanya, bentuk *square ground plane* atau *circular ground plane* direkomendasikan. Ukuran minimal *square ground plane* atau *circular ground plane* adalah $b/\lambda_c = 0,75$ [12], di mana λ_c adalah panjang gelombang pada frekuensi tengah. Di [2], dimensi optimal *square ground plane* adalah dengan $b = 1,5\lambda$. Dimensi optimal *cylindrical cup ground plane* adalah dengan $D = 1\lambda$ dan $h = 0,25\lambda$. Dimensi optimal *truncated cone ground plane* adalah dengan $D_1 = 0,75\lambda$, $D_2 = 2,5\lambda$, dan $h = 0,5\lambda$.

Gain adalah perhitungan rasio dari panjang fisik antenna terhadap kemampuan pancaran dari standar antenna, persamaan *gain* untuk antenna heliks mode aksial adalah sebagai berikut [14]: $G = 11,8 + 10\log\left(\frac{A}{\lambda}\right)$. Dalam pita frekuensi operasi, *gain* antenna bervariasi dengan frekuensi. *Gain* antenna maksimal terjadi, bila $C_\lambda \approx 1,1-1,2$ [16].

Untuk kerucut (*cone*) yang tinggi, panjang aksial (A) praktis tidak berpengaruh pada *gain*. Artinya bahwa kerucut merupakan sumber radiasi utama yang bertindak seperti antenna *horn* [13].

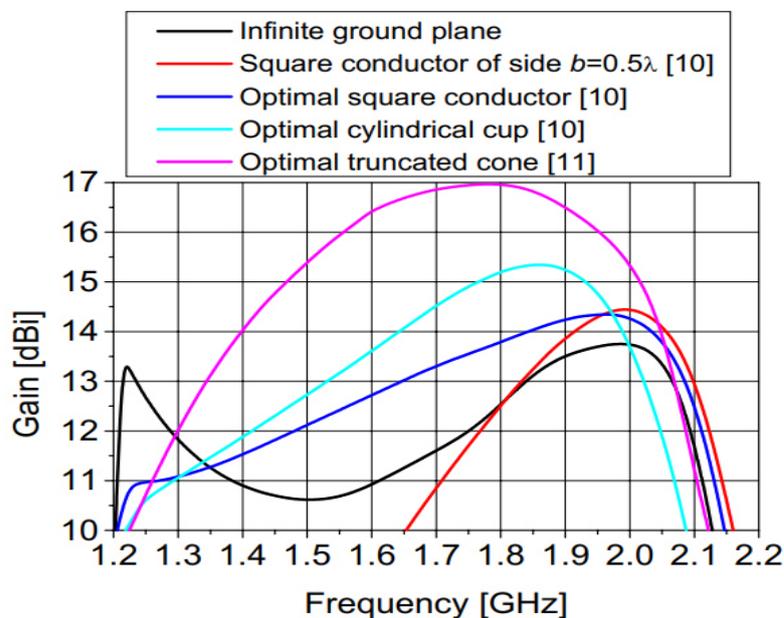
4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Antena heliks dengan berbagai *ground plane*; (a) *infinite*, (b) *square*, (c) *cylindrical cup*, dan (d) *truncated cone*

4.1. Antena Heliks dengan *Infinite Ground Plane*

Analisis pertama dilakukan pada Gambar.3(a) yaitu antena heliks dengan *ground plane* tak terbatas (*infinite ground plane*). Antena heliks tersebut mempunyai data sebagai berikut: panjang aksial (A) = 68,4 cm, diameter (D) = 5,6 cm, dan diameter kawat $2r = 0,6$ mm. Sudut *pitch* antena dioptimalkan untuk memaksimalkan rentang frekuensi (*bandwidth*). Sudut *pitch* antena optimal (α) adalah $13,5^\circ$ [2]. Jumlah lilitan (N) yang digunakan adalah 16,2 lilitan/putaran. Antena ini dirancang dengan rentang frekuensi dari 1200 MHz sampai 2200 MHz, dengan frekuensi pusat 1800 MHz. Dari hasil analisis simulasi seperti diperlihatkan pada gambar 4, didapat besarnya *gain* antena dengan *infinite ground plane* adalah 12,5 dBi.



Gambar 4. Gain antena heliks dengan berbagai *ground plane*

3.2. Antena Heliks dengan *Square Ground Plane*

Selanjutnya antena yang dianalisis adalah antena heliks dengan *square ground plane* gambar 3(b). Dalam [16], *ground plane*-nya dianjurkan dalam bentuk *circular* atau *square*. Diameter yang direkomendasikan adalah $0,5 \lambda$ sampai $0,75 \lambda$, dengan (λ) adalah panjang gelombang pada frekuensi

sentral pita operasi antenna. Dari hasil simulasi (Gambar 4), diketahui bahwa ukuran *ground plane* terlalu kecil, dan *gain* antenna yang dihasilkan adalah 12,5 dBi. Kemudian dimensi dari *ground plane*-nya dioptimalkan dengan tujuan memaksimalkan *gain* antenna rata-rata dalam rentang frekuensi yang sudah dipertimbangkan. Untuk *ground plane* yang optimal dengan $b = 1,5 \lambda$ dan sudut *pitch* antenna (α) = $13,5^\circ$, dan *gain* yang dihasilkan adalah 13,8 dBi, terjadi peningkatan *gain* yang cukup signifikan sebesar 1,3 dB.

3.3. Antena Heliks dengan *Cylindrical Cup Ground Plane*

Dalam [8], antenna heliks yang dipilih adalah antenna heliks dengan *cylindrical cup ground plane* (gambar 3c). Diameter optimalnya adalah $D = 1 \lambda$, dan tinggi $h = 0,25 \lambda$. Untuk antenna heliks ini, perhitungan diverifikasi bahwa dimensi ini mendekati optimum. Dengan sudut *pitch* antenna (α) = $13,5^\circ$, *cylindrical cup ground plane* dapat meningkatkan *gain* antenna sebesar 15,3 dBi (gambar 4). Optimal *cylindrical cup ground plane* meningkatkan *gain* antenna sebesar 2,8 dB dibandingkan dengan *infinite ground plane*. Peningkatan *gain* pada [8], diperoleh dengan menggunakan *cylindrical cup ground plane*, bergantung pada panjang antenna.

3.4. Antena Heliks dengan *Truncated Cone Ground Plane*

Analisa selanjutnya adalah antenna heliks dengan *truncated cone ground plane* (gambar 3d). Merujuk di [2] diameter atas D_2 lebih besar dari diameter bawah D_1 , dengan $D_1 = 0,75 \lambda$, $D_2 = 2,5 \lambda$, tinggi $h = 0,5 \lambda$, dan *pitch* antenna $13,5^\circ$, kesemua dimensi antenna tersebut adalah optimal. Dengan dimensi yang optimal, didapat besarnya *gain* antenna dengan *truncated cone ground plane* sebesar 17 dBi (gambar 4), Nilainya lebih besar 4,5 dB dari pada menggunakan antenna heliks dengan *infinite ground plane*. Untuk sudut *pitch* tetap, peningkatan *gain* dengan *truncated cone ground plane* tidak bergantung pada panjang antenna. Antena heliks dengan *truncated cone ground plane* memiliki rasio aksial dan *side lobes* lebih rendah dibandingkan antenna heliks dengan *square ground plane*

Dari hasil simulasi didapat antenna heliks dengan *truncated cone ground plane* memiliki *gain* tertinggi yaitu 17 dBi, antenna heliks dengan *cylindrical cup ground plane* memiliki *gain* 15,3 dBi, antenna heliks dengan *square ground plane* memiliki *gain* 13,8 dBi dan terakhir adalah antenna heliks dengan *infinite ground plane* memiliki *gain* 12,5 dBi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa menggunakan *MoM* memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan *gain* antenna yang cukup signifikan untuk antenna heliks dengan *truncated cone ground plane*, *cylindrical cone ground plane*, dan juga peningkatan *gain* antenna dengan *square ground plane* yang optimal. Pemilihan ukuran dan bentuk *ground plane* yang optimal dapat meningkatkan *gain* antenna heliks secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ditujukan kepada Kepala Pusat dan Kepala Bidang/atasan dari penulis atas fasilitas dan dukungan dalam melakukan kegiatan penelitian sehingga *paper* ini dapat diselesaikan.

PERNYATAAN PENULIS

Seluruh isi dari *paper* ini dibuat oleh penulis dengan sesungguhnya dan merupakan tanggung jawab dari penulis jika dikemudian hari terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Narayanan et al. *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), 2014.

- [2] A. R. Djordjevic, A. G. Zajic M. M. Ilic. *Enhancing the gain of helical antennas by shaping the ground conductor*, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 5, pp. 138-140, 2006.
- [3] American Radio Relay League (ARRL). *Antenna Book*, 21th Edition. The ARRL. Inc, ISBN: 0-87259-987-6, 2997.
- [4] C. A. Balanis. “*Modern antenna handbook*,” John Wiley, 2008.
- [5] D. J. Angelakos and D. Kajfez, “*Modifications on the axial-mode helical antenna*,” *Proc. IEEE*, vol. 55, no. 4, pp. 558-559, April 1967.
- [6] D. I. Olcan, A. G. Zajic, M. M. Ilic, and A. R. Djordjevic. *On the optimal dimensions of helical antenna with truncated-cone reflector*”, Proceedings of EuCAP, ESA SP-626, 2006.
- [7] D. T. Emerson. *The gain of the axial-mode helix antenna*, Antenna Compendium, 4, 64-68, 1995.
- [8] H. E. King, and J. L. Wong. *Characteristics of 1 to 8 wavelength uniform helical antennas*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, AP-28, 291-296, March 1980.
- [9] H. E. King, and J. L. Wong. *Helical Antenna*, Chapter 13, In Johnson, R.C. (ed.) *Antenna Engineering Handbook*, McGraw-Hill. Inc, NY. ISBN: 0-07-032381-X, 2007.
- [10] I. Faizal, and I. Priyanto. 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,
- [11] I. Faizal. Pengembangan Antena Heliks X-Band 8,2 GHZ Untuk Satelit Mikro. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, Vol. 14 No. 2 Desember 2016, ISSN: 1412-8063.
- [12] J. D. Kraus. *Antennas*, Second Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, ISBN: 0-07-035422-7, 2001.
- [13] K.R. Carver, The helicone – a circularly polarized antenna with low sidelobe level, *Proc. IEEE*, Vol. 55, 1967, p. 559.
- [14] L. Kumar et al. *Design of helical antenna using 4NEC2*, International Journal of Engineering Research and General Science, Vol. 3, Issue 2, ISSN: 2091-2730, 2015.
- [15] N. Rimbault, A. Sharaiha, S. Collardey, “Low profile high gain helix antenna over a conical ground plane for UHF RFID applications”, 15th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics (ANTEM), Toulouse, 25-28 June 2012.
- [16] T.E. Tice and J.D. Kraus, *The influence of conductor size on the properties of helical beam antennas*, Proceedings IRE, 27, 1296, November 1949.
- [17] W. L. Stutzman, and G. A. Thiele. *Antenna Theory and Design*, Second Edition, John Wiley & Sons. Inc, NJ, ISBN: 978-0-471-02590-0, 1998.