

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA SPIRAL ULTRA WIDEBAND 0.5 - 18 GHz UNTUK PENDETEKSI RADAR

Ali Muhran¹, Budi Prasetya², Yuyu Wahyu³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), khususnya bidang telekomunikasi mengembangkan teknologi UWB (Ultra Wideband) pada Detektor Radar. Salah satu peralatan dalam kapal perang adalah ESM(Electronic Support Measurement) yang berfungsi sebagai detektor radar di sekitarnya. ESM merupakan peralatan yang bersifat pasif dengan tujuan untuk mendeteksi dan membuat pengukuran terhadap pancaran gelombang elektromagnetik dari sistem radar di lingkungannya. Pengukuran-pengukuran yang dilakukan meliputi frekuensi, lebar pulsa, amplitudo pulsa, interval pengulangan pulsa dan modulasi intra-pulsa. Pada kenyataannya frekuensi radar yang digunakan pada frekuensi UHF, C-BAND, S-BAND dan X-BAND, Untuk mengcover frekuensi kerja radar tersebut maka diperlukan aplikasi dengan frekuensi kerja UWB (Ultra wideband). Salah satu antenna yang dapat mengcover frekuensi tersebut adalah antenna spiral yang mempunyai polarisasi right-hand atau left-hand dan impedansi input sekitar 180 Ω . Antena spiral memiliki HPBW (Half Power Beamwidth) sekitar 70° - 90°[11]. Sehingga pada tugas akhir membutuhkan beamwidth elevasi dan azimut sebesar 60° karena akan dibuat enam sektoral.

Berdasarkan kondisi di atas, pada penelitian ini dibuat antenna mikrostrip berbentuk Spiral Archimedean. Antena ini bekerja pada frekuensi 0.5-18 GHz dengan batasan VSWR ≤ 2 Untuk memenuhi kemampuan transmits data yang baik, antenna dirancang memiliki gain ≥ 3 dBi. Sedangkan pola radiasi dari antenna spiral adalah bidirectional dan polarisasi sirkular RHCP. Pada Tugas Akhir ini telah dirancang dan direalisasikan sebuah antenna mikrostrip spiral Archimedean dua lengan (two arms) dengan bentuk low profile. Simulasi menggunakan antenna menggunakan CST simulator 2010 dan realisasi dengan mikrostrip berbahan Rogers RT duroid 5880 dengan $\epsilon_r = 2.2$ dan $h = 1.575$ mm. dari hasil perancangan diperoleh nilai VSWR ≤ 2 , pada frekuensi 1.112 - 18 GHz, sedangkan gain ≥ 3 dBi pada frekuensi 2 - 18 GHz. polarisasi sirkular RHCP dan pola radiasi bidirectional. Dimensi ukuran yang didapatkan adalah berdiameter 6.96 cm.

Kata Kunci : Kata kunci : ESM, Antena Spiral, HPBW, mikrostrip, sirkular RHCP

Telkom
University

Abstract

Indonesian Institute of Sciences (LIPI), particularly in the field of telecommunications technology to develop UWB (Ultra Wideband) on Radar Detectors. One of the warship equipment is ESM (Electronic Support Measurement) which serves as a radar detector in the vicinity. ESM is a passive equipment with the aim of detecting and making measurements of the electromagnetic waves emitted from the radar system in its environment. The measurements were conducted on the frequency, pulse width, pulse amplitude, pulse repetition interval and intra - pulse modulation. In fact, the frequency of the radar used on UHF frequencies, C - BAND, S - BAND and X - BAND, To cover the operating frequency of the radar is needed applications with working frequency UWB (Ultra wideband). One antenna that can cover the frequency is having a spiral antenna polarization right-hand or left-hand and the input impedance of about 180Ω . Spiral antenna has a HPBW (Half Power Beamwidth) around $70^\circ - 90^\circ$ [11]. So at the end of the task requires elevation and azimuth beamwidth of 60° as it will be made six sectors.

Based on the above conditions , in this study made the Archimedean spiral -shaped microstrip antenna. This antenna works at a frequency of 0.5-18 GHz with $VSWR \leq 2$ limits the ability to meet transmits good data, designed antenna has a gain of ≥ 3 dBi. While the radiation pattern of the antenna is bidirectional spiral and circular polarization RHCP .

In this final project has been designed and realized an Archimedean spiral microstrip antenna two arms (two arms) to form a low profile. Using the antenna simulation using CST simulator 2010 and the realization of the microstrip Duroid made of Rogers RT 5880 with $\epsilon_r = 2.2$ and $h = 1.575$ mm. the results obtained from the design value of $VSWR \leq 2$, the frequency of 1.12-18 GHz, whereas ≥ 3 dBi gain at frequencies 2-18 GHz. RHCP circular polarization and radiation pattern is bidirectional. Dimension size obtained was 6.96 cm in diameter.

Keywords : Keywords : ESM , Spiral Antennas , HPBW , microstrip , circular RHCP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, peralatan Kapal Republik Indonesia (KRI), dituntut untuk meningkatkan kemampuan deteksi radar pihak asing. Terutama kapal perang Republik Indonesia. Oleh karena itu Tim *Electronic Support Measures (ESM)* PPET-LIPI, melakukan penelitian terhadap masalah tersebut. Dalam rangka peningkatan ini, pihak LIPI melakukan perbaikan, pembuatan *RF Head* dan *baseband processing* dari *electronic support measures (ESM)*. Peralatan ESM ini berguna untuk meningkatkan kemampuan KRI (kapal Republik Indonesia) dalam mendeteksi pancaran peralatan Radar disekitarnya dan mengantisipasi serangan dari pihak musuh. ESM ini mempunyai fungsi untuk melakukan penyadapan, mengkarakterisasi, mengenali dan menentukan lokasi dari sumber energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh peralatan Radar^[4].

Electronic support measures (ESM) adalah salah satu bagian dari peralatan dalam kapal perang yang berfungsi sebagai detektor radar disekitarnya. Kita ketahui bahwa frekuensi radar yang digunakan umumnya pada frekuensi c-band, s-band dan x-band, sehingga diperlukan suatu range frekuensi kerja yang dapat mengcover frekuensi radar tersebut.

Dari permasalahan diatas, penulis mengangkat topik yaitu, perancangan antenna dengan frekuensi kerja *Ultra Wideband (UWB)* 0.5–18GHz. Dan salah satu antenna yang dapat mengcover frekuensi tersebut adalah antenna spiral. Antena spiral memiliki frekuensi independen dan memiliki *bandwidth* yang sangat besar. *Bandwidth* pecahan dapat setinggi 40:1^[11].

Antena spiral banyak digunakan dalam industri pertahanan untuk aplikasi pengindraan, dimana antenna memiliki band frekuensi yang lebar sehingga tidak memakan banyak ruang yang dibutuhkan. Antena ini mempunyai polarisasi *Right-hand* atau *Left hand* dan impedansi input 180Ω, maka diperlukan penyesuaian impedansi dari 180Ω ke 50Ω^[11].

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana perancangan antenna spiral berdasarkan spesifikasi awal yang telah ditentukan ?
- Bagaimana simulasi antenna spiral pada *software* CST 2010 ?
- Bagaimana proses realisasi antenna spiral yang sesuai dengan spesifikasi awal yang telah ditentukan ?
- Bagaimana analisa hasil perancangan, simulasi dan realisasi antenna spiral ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- Merancang dan merealisasikan antenna mikrostrip 0.5 – 18 GHz *Ultra Wideband* untuk aplikasi pendeteksi radar pada ESM.
- Mendapatkan hasil simulasi antenna spiral menggunakan *software* CST 2010 sebagai dasar realisasi.
- Mampu merealisasikan antenna yang telah dirancang dan disimulasikan sebelumnya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
- Memperoleh informasi mengenai kinerja antenna yang telah dibuat.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- Tidak membahas mengenai ESM dan Radar *detector* secara khusus.
- Bahan substrat yang digunakan adalah *Rogers 5880*
- Simulasi menggunakan *software* CST 2010.
- Metode pencatutan yang digunakan adalah metode pencatutan dengan teknik *coaxial feed(probe)*
- Spesifikasi antenna yang direncanakan adalah sebagai berikut:
 - Frekuensi kerja : 0.5-18 GHz
 - Bandwidth* : 17.5 GHz
 - Impedansi : 50 Ω
 - VSWR : ≤ 2

- Pola Radiasi : *Bidirectional*
 - Polarisasi : Sirkular RHCP
 - Gain : ≥ 3 dBi
- f. Pengukuran Antena dilakukan di Laboratorium PPET – LIPI, tidak dilakukan pada sistem tertentu secara langsung.

1.5 Metodologi Penelitian

Penyusunan tugas akhir ini menggunakan metode-metode sebagai berikut:

- a. Studi Literatur dengan mengumpulkan, mempelajari, dan memahami teori-teori yang dibutuhkan dari berbagai sumber pustaka dan jurnal ilmiah.
- b. Perancangan antena berdasarkan teori yang didapat dari studi literatur.
- c. Simulasi antena yang telah dirancang menggunakan *software* CST 2010.
- d. Proses pengukuran terbagi dua kali yaitu *indoor* untuk pengukuran pada *Network Analyzer* dan pengukuran *outdoor* untuk pengukuran Gain dan p.
- e. Analisis data dari hasil simulasi dan pengukuran antena yang dirancang.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II Dasar Teori

Bab ini membahas mengenai penjelasan secara umum tentang ESM, Radar detektor, antena spiral dan parameter – parameter antena mikrostrip.

BAB III Perancangan dan Simulasi

Bab ini membahas mengenai proses perancangan dan simulasi antena *spiral microstrip* dengan menggunakan simulator CST 2010.

BAB IV Pengukuran dan Analisis

Bab ini berisi prosedur dan proses pengukuran serta analisis dari hasil pengukuran antena yang dibuat.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan akhir mengenai hasil simulasi dan analisis yang diperoleh serta saran dan harapan untuk pengembangan selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna mikrostrip spiral Archimedean adalah sebagai berikut:

1. Perancangan antenna mikrostrip harus memperhatikan spesifikasi perancangan, pemilihan jenis substrat, ketepatan perhitungan dimensi antenna, dan keahlian dalam menggunakan *software* simulasi.
2. *Bandwidth* antenna spiral hasil simulasi yaitu 17.5 GHz, sedangkan hasil pengukuran yaitu 1.88 GHz. Dimana nilai VSWR menjadi acuan dalam menentukan *bandwidth* antenna spiral yaitu ≤ 2 pada range frekuensi 0.5 – 18 GHz.
3. *Gain* antenna spiral bernilai ≥ 3 dBi pada frekuensi 2 – 18 GHz, sedangkan untuk frekuensi < 2 GHz belum memenuhi spesifikasi awal yang diinginkan.
4. Pola radiasi yang dihasilkan antenna spiral pada range frekuensi 0.5-18 GHz adalah *bidirectional* dan polarisasi sirkular RHCP.
5. Semakin banyak jumlah putaran (N) spiral maka nilai VSWR yang dihasilkan semakin baik, dengan syarat memperkecil jari – jari dalam spiral r_1 dan memperbesar jari – jari luar spiral r_2 . Dimensi antenna spiral yang optimal dari perancangan adalah berjari – jari dalam (r_1) = 1.5 mm dan jari – jari luar (r_2) = 34.8 mm. sedangkan jumlah putaran (N) = 8. Sehingga antenna spiral yang dihasilkan berdiamete 69.6 mm.
6. Impedansi antenna spiral yang dihasilkan adalah 126 -187 Ω pada range frekuensi 0.5 – 18 GHz. Dimana semakin mendekati impedasi karakteristik spiral 188.5 Ω , maka respon VSWR yang dihasilkan akan semakin baik. Impedansi karakteristik antenna spiral dapat diperoleh dengan cara mendesain antenna spiral yang memiliki jari – jari dalam (r_1) yang mendekati lebar *patch* (w).

5.2 SARAN

Untuk mendapatkan performansi antenna yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan ke depannya, antara lain:

1. Untuk mendapatkan hasil antenna mikrostrip *spiral archimedean* yang lebih baik, disarankan untuk lebih selektif dalam memilih bahan *substrat* yang akan digunakan dan penentuan dimensi antenna.
2. Melakukan perancangan *balun* yang sesuai dengan frekuensi kerja antenna spiral yang dirancang.
3. Untuk mengoptimalkan *gain* antenna dapat dilakukan dengan metode *array*, penambahan *cavity* (rongga) atau reflektor pada antenna.
4. Untuk mencegah gelombang berdiri yang memperbesar nilai VSWR, dapat dicegah dengan, menambahkan material *resistif* pada ujung lengan spiral tanpa harus menambah lebar jari- jari luar r_2
5. Untuk meningkatkan performansi antenna, selain beberapa faktor di atas, disarankan juga untuk memperhatikan faktor-faktor lain, seperti: ketelitian dalam perancangan dimensi antenna dan proses pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Vinayagamoorthy, Kalyany, "Design And Implementation of Wide Band Baluns For Archimedean Spiral Antenna", Thesis, Queensland University of Technology, Australia, 2011.
- [2] Balanis, Constantine A. (2005). *Antenna Theory Analysis And Design Third*
- [3] Fang, D. G. (2010). *Antenna Theory and Microstrip Antennas*. New York.
- [4] Mashury Wahab, "perbaikan, pembuatan Rf head baseband processing electronic support measure (ESM)," laporan Tim ESM PPET-LIPI, tahap 1, desember 2012, Bandung
- [5] SAYNAK, Ugur, " NOVEL RECTANGULAR SPIRAL ANTENNAS", Thesis, Izmir Institute of Technology, Izmir, October 2007
- [6] Krauss, John D. (1988). *Antennas*, McGraw-Hill Book Company.
- [7] Zulkifli, Fitri Yuli. (2008). *Studi Tentang Antena Mikrostrip Dengan Defected Ground Structure (DGS)*. Depok. Desertasi.
- [8] Volakis, J. *Antenna Engineering Handbook*. San Francisco:Mc-Graw Hill, 2007.
- [9] E.D. Caswell, "Design and Analysis of Star Spiral with Application to Wideband arrays with Variable Element Size," Ph.D. dissertation, Faculty of The Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
- [10] C. A. Balanis. "Antenna Theory-Analysis and Design", 3rd ed. New York: Wiley, 2005
- [11] <http://www.antenna-theory.com/antennas/travelling/spiral.php> diakses tanggal 23 November 2013
- [12] Barakat, M. et al. "Circular Polarized Antenna On SOI For The 60 GHz Band," Institut de Microelectronics, Electromagnetisme et Photonique (IMEP), Grenoble, France, 2007.