JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v5i2.6112

Received: 20 November 2021

Accepted: 03 January 2022

Published: 26 January 2022

Complimentary Split Ring Resonators Design On Patch Mikrostrip Antenna For Reducing Ads-B Antenna Dimension

Habib Muharry Yusdartono1)*, Andik Bintoro1), Badriana1), Ummu Handasah2)

1) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia

2) Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Panca Budi, Indonesia

*Corresponding Email: hmuharry1990@unimal.ac.id

Abstrak

Antena mikrostrip dapat bekerja untuk *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast* (ADS-B) dengan frekuensi kerja 1090 MHz. Untuk bekerja di frekuensi 1090 MHz, antena mikrostrip masih memiliki dimensi yang cukup besar. Hal ini dapat diatasi menggunakan suatu teknik yang disebut dengan metamaterial dengan metamaterial yang digunakan adalah Complimentary Split ring Resonator (CSRR) yang merupakan komplement dari Split Ring Resonator (SRR). Dimensi awal antena mikrostrip dihitung menggunakan persamaan dengan hasil perhitungannya didapatkan besar dimensi substrat dan patch antena. Dimensi patch dan substrat antena yang didapatkan berdasarkan perhitungan masing-masing berukuran 137x130 mm dan berukuran 85x65 mm. Dimensi SRR yang dikomplemenkan berukuran 9x6 mm untuk cincin bagian dalam SRR dan berukuran 13x10 mm untuk cincin bagian luar. Nilai VSWR antena mikrostrip awal sebesar 1,134 dan terus meningkat hingga nilai VSWR menjadi 22,73 ketika CSRR diukir diatas patch antena. Untuk menurunkan nilai VSWR antenanya maka optimasi dilakukan dengan iterasi dimensi substrat dan patch antena yang berupa pembesaran dan pengecilan ukuran panjang dan lebar substrat maupun patch antenanya. Hasil optimasi antena berupa VSWR dengan nilai VSWR sebesar 1,559 dengan ukuran dimensi substrat dan patch menyusut masing-masing sebesar 27,9% dan 14,1%

Kata Kunci: ADS-B, CSRR, VSWR, dimensi antena

Abstract

Microstrip Patch Antenna works for *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast* (ADS-B) and antenna frequency resonances at 1.09 GHz. Microstrip Patch Antenna dimension has big shape for antenna microstrip resonancing frequency at 1.09 GHz. In order to Solve this problem, metamaterial is chosen and Complimentary Split Ring Resonators (CSRRs) is the one of metamaterial technique. Complimentary Split Ring Resonators CSRRs is derived from a Split Ring Resonator (SRR) complement. Early dimension of Microstrip antenna substrate and patch are calculated by Equation that dimension of substrate is 137x130 mm and dimension of patch is 85x65. Dimension of SRR that complement forms to CSRRs is 9x6 mm for SRR inner ring and 13x10 mm for outer ring. Microstrip antenna VSWR is 1.134 and VSWR increases to 22,73 when CSRR is etched on antenna patch. In order to decrease antenna VSWR, optimization is applied by substrate and patch dimension iteration. Substrate and patch dimension Iteration is enlarge and reduce antenna substrate and patch width and length. Optimization result is VSWR that VSWR comes to 1,559 and substrate and patch dimension is reduced to 27,9% and 14,1%.

Keywords: ADS-B, CSRRs, VSWR, Antenna Dimension

How to Cite: Yusdartono, H. M., Bintoro, A., Badriana, & Handasah, U. (2022). Complimentary Split Ring Resonators Design On Patch Mikrostrip Antenna For Reducing Ads-B Antenna Dimension. *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, 5(2), 342–348.

I. PENDAHULUAN

Antena mikrostrip merupakan antena yang paling umum digunakan saat ini dikarenakan bentuknya yang sederhana, ringan, mudah dan murah saat dipabrikasi. Antena mikrostrip dapat bekerja untuk *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast* (ADS-B) (Babani et al., 2015) dengan frekuensi kerja 1090 MHz (Otsuyama et al., 2017)(Hnilicka et al., 2017)(Budroweit & Drobczyk, 2018). Untuk dapat memenuhi frekuensi 1090 MHz maka dimensi antena mikrostrip yang dibutuhkan masih cukup besar. Hal ini dapat

diatasi menggunakan suatu teknik yang disebut dengan metamaterial. Metamaterial merupakan suatu teknik yang membuat suatu struktur dapat menampilkan nilai permitivitas atau permeabilitasnya seolah-olah bernilai negatif (Joshi et al., 2018)(Hindy et al., 2017)(G. et al., 2019). Selain itu, metamaterial juga dapat mengubah aliran arus pada antenna sehingga antenna memiliki frekuensi resonansi yang baru (Christydas & Gunavathi, 2018). Salah satu jenis metamaterial yang paling umum digunakan adalah *Complimentary Split Ring Resonator* (CSRR) (Priyanka & Shanmuganatham, 2018)(Raj et al., 2018)(Lu et al., 2017)(Thakur & Kunte, 2018). *Complimentary Split Ring Resonator* (CSRR) yang digunakan berbentuk persegi (Ali et al., 2017)(Xie et al., 2016) dimana CSRR merupakan Split Ring Resonator (SRR) yang dikomplemenkan (El Ouahabi et al., 2018)(Dattatreya et al., 2017)(Chandra & Das, 2017)(Singla & Rajput, 2016).

Dalam artikel ini, Perancangan antenna menggunakan metamaterial berupa CSRR ditawarkan. Perancangan antenna menggunakan CSRR dilakukan dengan mengukir CSRR berbentuk persegi pada patch antenna mikrostrip sehingga antenna mikrostrip yang dirancang mengalami penyusutan dimensi namun dengan frekuensi kerja antenna pada 1,09 MHz. Hasil dari perancangan antenna mikrostrip menggunakan CSRR berupa nilai VSWR yang akan dibandingkan dan dianalisis.

II. STUDI PUSTAKA

Antena mikrostrip yang dirancang menggunakan frekuensi kerja 1,09 GHz dengan substratnya berbahan FR4 dengan konstanta dielektriknya 4,4 dan besar loss tangent bahan sebesar 0,002. Perhitungan patch antenna dimulai dengan menghitung panjang patch dengan memasukkan parameter patch antenanya kedalam persamaan:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (1)$$

Dengan L merupakan panjang patch antenna mikrostrip, L_{eff} merupakan panjang efektif dari patchnya, dan ΔL merupakan panjang yang ditambahkan pada masing - masing sisi patch antenna. L_{eff} dan ΔL dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$L_{eff} = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2)$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff}+0,3)(\frac{W}{h}+0,264)}{(\epsilon_{eff}-0,258)(\frac{W}{h}+0,8)} \quad (3)$$

Sedangkan ϵ_{eff} yang merupakan konstanta dielektrik efektif dari substratnya dikaitkan dengan lebar patch antenna W , dimana lebarnya tersebut dihitung menggunakan persamaan (Pratiknyo Adi Mahatmanto & Apriono, 2020):

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$W = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_r+1}} \quad (5)$$

Antena mikrostrip dicatu oleh saluran transmisi antenanya dan untuk mendapatkan impedansi masukan saluran pencatu dimana saluran pencatu antenna mikrostrip tersebut memotong unsur patch antenanya. Letak *inset feed* (saluran pencatunya) x_f dapat dihitung dengan memasukkan konstanta dielektriknya dan impedansi masukan antenanya. Persamaan untuk menghitung letak inset feed antenna mikrostrip dengan nilai konstanta dielektrik yaitu $2 \leq \epsilon_r \leq 10$ dan nilai impedansi masukannya bernilai 50Ω adalah:

$$x_f = \frac{L}{2} \cdot \frac{c_7\epsilon_r^7 + c_6\epsilon_r^6 - c_5\epsilon_r^5 + c_4\epsilon_r^4 + c_3\epsilon_r^3 + c_2\epsilon_r^2 + c_1\epsilon_r + c_0}{10^4} \quad (6)$$

Dengan besar nilai koefisien c_7 hingga c_0 dari persamaan x_f dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Koefien untuk Menentukan Letak Inset Feed Transmisi Antena Mikrostrip

C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	C_0
0,001699	0,13761	6,1783	93,187	682,69	2561,9	4043	6697

III. METODE PENELITIAN

Antena mikrostrip yang akan dirancang menggunakan teknik CSRR memiliki dimensi yang dihitung menggunakan Persamaan (1)-(6) dan hasil perhitungan dimensi antena mikrostrip ditampilkan pada Gambar 1 dengan perincian seperti Tabel 2.

Tabel 2. Perincian Dimensi Antena Mikrostrip Awal

Dimensi	Ukuran
Lebar Patch (W_p)	85 mm
Panjang Patch (L_p)	65 mm
Lebar Feed Line (W_f)	1 mm
Inset Feeder (Y_o)	5 mm
Lebar Substrat (W_s)	137 mm
Panjang Substrat (L_s)	130 mm

Dimensi antena tersebut kemudian dimasukkan kedalam simulasi dan akan dilihat nilai VSWR-nya. Setelah nilai VSWR antena tersebut berada di nilai minimum, Teknik CSRR kemudian dimodelkan ke dalam simulasi dimana dimensi CSRR didapatkan berdasarkan dari SRR yang diberi komplementernya. Dimensi SRR yang dijadikan dasar CSRR dapat dilihat pada Gambar 2 dengan perinciannya pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi SRR Yang Dimodelkan Pada PATCH Antena Mikrostrip

Dimensi Antena	Ukuran Dimensi
W_{out}	13 mm
L_{out}	10 mm
W_{in}	9mm
L_{in}	6 mm
T	1 mm
G	1 mm
S	1 mm

Pemodelan Teknik CSRR dilakukan menggunakan simulasi dimana pemodelan ini mengukir CSRR di Patch antenna dan ditempatkan pada tengah-tengah Patch antenna. Jarak antara satu SRR dengan komplementernya sebesar 1 mm sehingga pemodelan ditampilkan pada Gambar 3.

Gambar 3. Pemodelan CSRR di Patch Antena

Untuk mendapatkan nilai VSWR yang minimum dari simulasi pada frekuensi kerja 1,09 GHz, maka dilakukan optimasi. Optimasi yang dilakukan berupa iterasi dimensi substrat dan dimensi patch dengan memperbesar dan memperkecil panjang dan lebar substrat dan patch. Hasil optimasi antenna kemudian difabrikasi dan diukur menggunakan *Vector Network Analyzer* dimana hasil dari fabrikasi dan perancangan akan dibandingkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai VSWR saat antenna mikrostrip konvensional yang dihasilkan dari perancangan awal yang menggunakan simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Nilai VSWR Antena Mikrostrip Konvensional

Nilai VSWR yang dicapai saat frekuensi kerja antenna berada pada 1,09 GHz sebesar 1,134. Nilai VSWR saat antenna konvensional dimodelkan menggunakan teknik CSRR nilai VSWR yang dihasilkan akan bergeser seperti Gambar 5.

Gambar 5. Nilai VSWR Antena Konvensional Setelah Dimodelkan dengan Teknik CSRR

Pada saat CSRR dimodelkan pada Patch menggunakan simulasi, maka nilai VSWR yang dihasilkan bergeser baik itu frekuensi kerja dari antenna maupun dari besar VSWR-nya. Nilai VSWR yang didapatkan saat CSRR dimodelkan pada simulasi sebesar 22,73 dengan frekuensi kerja 1,09 GHz. Optimasi yang dilakukan ke antenna mikrostrip menghasilkan nilai VSWR yang minimum dengan frekuensi kerja dari antenna tersebut 1,09 GHz dimana dimensi yang dihasilkan setelah dilakukan optimasi dapat dilihat Tabel 4.

Tabel 4. Perincian Dimensi Antena Mikrostrip Menggunakan Teknik CSRR

Dimensi	Ukuran
Lebar Patch (W_p)	79 mm
Panjang Patch (L_p)	57 mm
Lebar Feed Line (W_f)	1 mm
Inset Feeder (Y_o)	5 mm
Lebar Substrat (W_s)	113 mm
Panjang Substrat (L_s)	110 mm

Dimensi yang didapatkan dari hasil optimasi tersebut kemudian difabrikasi (Gambar 7) dan diukur menggunakan Vector Network Analyzer dimana hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari simulasi.

Gambar 7. Hasil Fabrikasi Antena Mikrostrip yang Dimodelkan CSRR ke Patch Antena

Berdasarkan hasil pengukuran dari antenna yang telah difabrikasi, maka nilai VSWR-nya akan dibandingkan dengan nilai VSWR yang dihasilkan dari simulasi. Hasil perbandingan dari kedua nilai ini ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Perbandingan nilai VSWR yang menggunakan teknik CSRR dan dihasilkan dari pengukuran dengan hasil simulasi

Berdasarkan hasil simulasi, nilai VSWR dari antenna mikrostrip yang menggunakan teknik CSRR sebesar 1,559 pada saat frekuensi kerja 1,09 GHz sedangkan untuk hasil pengukuran dihasilkan nilai VSWR sebesar 1,5010 pada saat frekuensi kerja 1,09 GHz.

V. SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil memperkecil ukuran dimensi patch antenna mikrostrip sebesar 14,1 % dan penurunan pada substrat sebesar 27,9%. Dimensi substrat dan patch antenna mikrostrip sebelum menggunakan CSRR masing-masing berukuran 137x1130 mm dan 85x65 mm, setelah menggunakan CSRR dimensi substrat dan patch antenna berukuran 113x110 mm dan 79x57 mm. Nilai VSWR sebelum menggunakan teknik CSRR sebesar 1,134 sedangkan setelah optimasi nilai VSWR yang dihasilkan 1,559 dengan frekuensi kerja 1,09 GHz. Teknik CSRR sangat cocok digunakan untuk mengurangi dimensi antenna yang cukup besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T., Mohammad, S. A. W., & Biradar, R. C. (2017). A Novel Metamaterial Rectangular CSRR with Pass-band Characteristics at 2.95 and 5.23 GHz. *International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology*, 2, 256–260.
- Babani, S., Khamis, N. H. H., Bala, B. D., & Ahmed Mohammed, T. A. (2015). A Compact Microstrip Patch Antenna for ADS-B Operation. *Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics, APACE*, 6(1), 250–252.
- Budroweit, J., & Drobczyk, M. (2018). Design of a Small Size, Low Profile L-Band Antenna, Optimized for Space-Based ADS-B Signal Reception. *International Conference on Radar R*, 34(1), 1–6.
- Chandra, A., & Das, S. (2017). Superstrate and CSRR Loaded Circularly Polarized Dual-Band Open-Ended Waveguide Antenna With Improved Radiation Characteristics and Polarization Reconfiguration Property. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 65(10), 5559–5564.
- Christydass, S. P. J., & Gunavathi, N. (2018). Design of CSRR loaded multiband slotted rectangular patch antenna. *Applied Electromagnetics Conference, AEMC*, 6, 1–2.
- Dattatreya, G., Kousalya, K., Jyothirmayi, Y., Krishna, M. V., Harsha, D., Sri, P. A. V., & Naik, K. K. (2017). Analysis of complementary split ring resonators on rectangular patch with inset feed for X-band application. *The International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA*, 1(1), 248–250.

- El Ouahabi, K., Roky, K., & El Mrabet, O. (2018). New Design of Compact CSRR Antenna Loaded with Rectangular Slots. *International Conference on Multimedia Computing and Systems*, 6(1), 1–3.
- G., A. V., R., P. A., & Mathew, T. (2019). Microstrip antenna with DGS based on CSRR array for WiMAX applications. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 9(1), 157.
- Hindy, M. A., ElSagheer, R. M., & Yasseen, M. S. (2017). A Circular Split Ring Resonator (CSRR) Left Handed Metamaterial (LHM) having Simultaneous Negative Permeability and Permittivity. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 10(1), 171–178.
- Hnilicka, T., Zalabsky, T., & Krcmar, V. (2017). Design of broadband antenna system for automatic dependent surveillance-broadcast. *Conference on Microwave Techniques, COMITE*, 5(1), 1–4.
- Joshi, A. C., Gangwar, R. P. S., & Arya, A. K. (2018). Metamaterial based compact quad band microstrip antenna for wireless applications. *International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking, ICACCCN*, 1(1), 1005–1010.
- Lu, Z. L., Yang, X. X., & Tan, G. N. (2017). A Multidirectional Pattern-Reconfigurable Patch Antenna with CSRR on the Ground. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 16(3), 416–419.
- Otsuyama, T., Naganawa, J., Honda, J., & Miyazaki, H. (2017). An analysis of signal environment on 1030/1090MHz aeronautical L-band systems. *International Symposium on Antennas and Propagation, ISAP*, 6(1), 1–2.
- Pratiknyo Adi Mahatmanto, B., & Apriono, C. (2020). High Gain 4×4 Microstrip Rectangular Patch Array Antenna for C-Band Satellite Applications. *International Conference on Electrical Engineering, FORTEI-ICEE*, 1(1), 125–129.
- Priyanka, V., & Shanmuganantham, T. (2018). Comparative analysis of circular patch antenna with CSRR for multiband applications. *IEEE International Conference on Circuits and Systems, ICCS 2017, 2018-Janua(Iccs)*, 346–349.
- Raj, S., Kishore, N., Upadhyay, G., Tripathi, S., & Tripathi, V. S. (2018). A novel design of CSRR loaded truncated patch antenna for non-invasive blood glucose monitoring system. *IEEE MTT-S International Microwave and RF Conference, IMaRC*, 1–4.
- Singla, N., & Rajput, A. (2016). Compact dual-band metamaterial-inspired antenna using SCSRR structures for mobile applications. *International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIS*, 11, 614–617.
- Thakur, B., & Kunte, A. (2018). Compact Dual Band Patch Antenna Using Meandered Complementary Split Ring Resonators. *International Conference for Convergence in Technology, I2CT*, 3, 1–6.
- Xie, R., Cao, J., & Zhu, S. (2016). A compact multi-band dielectric resonator antenna loaded with CSRRs for communication systems. *2016 10th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics, METAMATERIALS 2016*, 10(1), 421–423.