

PENINGKATAN GAIN ANTENA MONOPOLE RFID MENGGUNAKAN ARTIFICIAL MAGNETIC CONDUCTOR (AMC)

GAIN ENHANCEMENT OF RFID MONOPOLE ANTENNA USING ARTIFICIAL MAGNETIC CONDUCTOR (AMC)

Dyka Kartika Ramadhanti¹, Bambang Setia Nugroho², Levy Olivia Nur³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹dkkartika@student.telkomuniversity.ac.id, ²bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id,

³levyolivia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan sistem nirkabel untuk mengidentifikasi secara otomatis dan memungkinkan pengambilan data tanpa bersentuhan. Pada RFID terdapat dua komponen penting, yaitu antena *tag* RFID dan *reader* RFID. Selain membutuhkan antena yang kecil, RFID juga membutuhkan antena dengan performa yang baik. Oleh karena itu, antena dirancang dengan menambahkan reflektor berbasis *Artificial Magnetic Conductor (AMC)*. Pada penelitian sebelumnya, AMC dapat meningkatkan performa antena salah satunya yaitu gain.

Pada Tugas Akhir ini akan dibuat antena *monopole* planar berbentuk *circular* untuk aplikasi RFID dengan bahan substrat FR-4 yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 4,3 dan ketebalan 1,6 mm. Hasil simulasi antena yang telah diintegrasikan dengan AMC *patch* persegi 3x3 bekerja pada frekuensi 924 MHz memiliki *bandwidth* sebesar 61,65 MHz, VSWR sebesar 1.24, gain sebesar 5,447 dB, dan pola radiasi *unidirectional*. Pada pengukuran didapatkan nilai VSWR dan *return loss* sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu di bawah -10 dB dan 2 dengan *bandwidth* sebesar 61,6 MHz dengan gain sebesar 5 dBi.

Kata Kunci: Antena Mikrostrip, *Artificial Magnetic Conductor*, RFID

Abstract

Radio Frequency Identification (RFID) is a wireless system for automatically identifying and allowing the retrieval of data without contact. On RFID there are two important components, named the RFID tag antenna and the RFID reader. In addition to requiring a small antenna, RFID also requires antenna with good performance. Therefore, the antenna was designed by adding an *Artificial Magnetic Conductor (AMC)* based reflector. In previous research, AMC was able to improve the performance of an antenna, which is gain.

At the Final Task would be made a circular monopole planar antenna for RFID applications with FR-4 substrate materials that had a dielectric constant of 4.3 and a thickness of 1.6 mm. The results of antenna simulations that have been integrated with AMC square patch 3x3 works at 924 MHz frequencies have bandwidth of 61.65 MHz, VSWR of 1.24, gain of 5.447 dB, and unidirectional radiation patterns. At measurements obtained the VSWR value and return loss according to the desired specification that is below -10 dB and 2 with a bandwidth of 61.6 MHz with a gain of 5 dBi

Keywords : Microstrip Antenna, *Artificial Magnetic Conductor (AMC)*, *Radio Frequency Identification (RFID)*.

1. Pendahuluan

Teknologi mengalami perkembangan yang terbilang cepat. Salah satu contoh perkembangan teknologi terlihat pada antena, di mana ukuran antena semakin kecil seiring dengan kemajuan teknologi dari tahun ke tahun. Pengembangan antena yang banyak kita tahu salah satunya adalah RFID. *Radio Frequency Identification (RFID)* merupakan sistem nirkabel untuk mengidentifikasi secara otomatis dan memungkinkan pengambilan data tanpa bersentuhan. Pada RFID, informasi identifikasi dikirimkan ke pembaca oleh *chip*. Setelah itu, pembaca mengubah gelombang radio yang dipantulkan kembali dari *tag* RFID menjadi informasi digital yang dapat diteruskan ke komputer. Untuk menjalankan tugas, dibutuhkan antena dengan performa yang baik. Oleh karena itu, antena monopole planar diintegrasikan dengan menambahkan reflektor berbasis *Artificial Magnetic Conductor (AMC)*.

Pada penelitian sebelumnya [1] telah dibuat antena *monopole* menggunakan AMC. Antena tersebut dirancang dengan *patch hexagonal ring* pada frekuensi 868 MHz. AMC memberi pengaruh dalam meningkatkan nilai *gain* yang semula sebesar 2 dBi menjadi 6.7 dBi dengan pola radiasi *omnidirectional*. Pada penelitian [2] telah dibuat antena mikrostrip *meander line* untuk pembaca RFID dengan dimensi antena 120,85 mm x 37,5 mm dengan *gain* -3,59 dBi. Pada penelitian [3] telah dibuat antena mikrostrip *square spiral* menggunakan DGS

dengan dimensi antena 6,5 cm x 3,5 cm dengan *gain* -12,89 dBi. Pada penelitian [4] telah direalisasikan antena mikrostrip *monopole* persegi spiral dengan dimensi 2,5 cm x 1,6 cm dengan *gain* -12 dBi. Pada penelitian [5] telah direalisasikan antena persegi dengan DGS oktagon untuk RFID dengan dimensi 112,8 mm x 108,1 mm dengan *gain* 5,96 dBi.

Pada Tugas Akhir ini akan dibuat antena *monopole* planar berbentuk *circular* terintegrasi AMC untuk aplikasi RFID dengan menggunakan bahan substrat FR-4. Frekuensi yang digunakan sebesar 924 MHz sesuai dengan *band* UHF RFID Indonesia dengan *bandwidth* sebesar 61 MHz. Reflektor AMC yang dirancang dengan substrat FR-4 Epoxy memiliki *patch* persegi 3x3 dengan menambahkan beberapa slot. Hasil pengukuran dari antena yang telah dirancang akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh AMC pada antena tersebut.

2. Konsep Dasar

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip diperkenalkan pada tahun 1950 dan mulai serius dikembangkan pada tahun 1970. Antena ini terdiri dari dua kata, yaitu *micro* yang berarti sangat tipis atau kecil dan *strips* yang berarti potongan. Konfigurasi dasar antena mikrostrip adalah *patch* logam dicetak pada substrat dielektrik tipis seperti pada Gambar 2.1. Menurut penelitian yang dilakukan beberapa dekade, antena mikrostrip beroperasi sesuai bentuknya [9].

2.2 Artificial Magnetic Conductor (AMC)

AMC (*Artificial Magnetic Conductor*) merupakan *High Impedance Surface*, dirancang khusus dari permukaan bertekstur yang memiliki permukaan impedansi tinggi. AMC berfungsi untuk menekan gelombang permukaan sehingga dapat menurunkan interferensi yang terjadi antara gelombang permukaan dan radiasi utama dari antena [18]. Penggunaan AMC sebagai reflektor telah dikembangkan di beberapa penelitian, contohnya pada penelitian [1] dan [19]. AMC dapat meningkatkan performa antena seperti *gain* antena dan *return loss*. AMC merupakan reflektor yang baik karena memiliki fasa pantulan mendekati atau sama dengan 0^0 yang berarti AMC dapat memantulkan sempurna. AMC dengan spasi sekitar $\lambda/10 - \lambda/20$ dapat membuat keseluruhan antena menjadi kompak [19].

2.3 Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan metode identifikasi menggunakan *tag* RFID atau transponder untuk mengambil data jarak jauh dan menyimpan data tersebut [14]. *Tag* RFID terdiri atas mikrochip silikon dan antena. *Tag* yang aktif membutuhkan sumber tenaga untuk dapat menjalankan fungsinya, sedangkan *tag* RFID pasif tidak membutuhkan sumber tenaga.

3. Perancangan Sistem

3.1 Penentuan Spesifikasi Antena

Spesifikasi antena *monopole planar patch circular* terdapat pada Tabel 1:

Tabel 1. Spesifikasi antena monopole planar

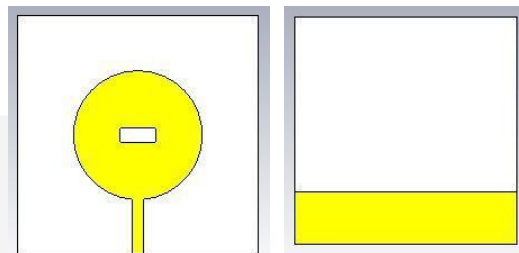
| Parameter | Nilai |
|------------------|---|
| Frekuensi Kerja | 924 MHz |
| <i>Bandwidth</i> | ≥ 2 MHz |
| Return Loss | ≤ -10 dB |
| VSWR | ≤ 2 |
| Pola Radiasi | <i>Bidirectional</i> |
| | Konduktor : Tembaga ($t = 0,035$ mm) |
| | Substrat : FR-4 Epoxy ($\epsilon_r = 4,3$; $h = 1,6$ mm) |
| | AMC <i>Ground-plane</i> : FR-4 Epoxy $\epsilon_r = 4,3$; $h = 1,6$ mm |

3.2 Penentuan Desain Antena Mikrostrip

Antena yang dirancang merupakan antena monopole planar dengan *patch circular*. Pada penelitian ini menggunakan bahan substrat yaitu FR-4 Epoxy yang memiliki konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4,3 dan ketebalan (h) 1,6 mm. Antena ini bekerja pada frekuensi 924 MHz untuk aplikasi RFID. Dimensi *patch circular* berupa jari-jari antena (r), *groundplane* (g_p), dan panjang substrat yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan desain antena pada Gambar 1.

Tabel 2. Dimensi Antena Patch Circular

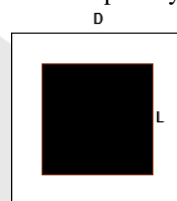
| Nama | Hasil Optimasi 1 (mm) | Hasil Optimasi 2 (mm) |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| r | 37 | 36,7 |
| W_f | 5,9 | 5,9 |
| W_g | 136,5 | 136,7 |
| L_g | 136,5 | 136,7 |
| t | 0,035 | 0,035 |
| h | 1,6 | 1,6 |
| W_n | - | 8 |
| L_n | - | 20 |



Gambar 1. Antena Mikrostrip Patch Circular

3.3 Penentuan Desain Reflektor AMC

Dalam perancangan reflektor AMC, variabel yang harus ditentukan terlebih dahulu yaitu frekuensi kerja. Struktur pembangun AMC terdiri dari beberapa susunan patch yang biasanya disebut dengan unit sel.



Gambar 2. Unit sel AMC patch persegi

Berdasarkan Gambar 2, dimensi patch AMC terdiri dari 3 bagian yaitu lebar *patch* AMC (w), jarak antar *patch* unit sel (g), dan ukuran unit sel (a). Untuk mendapatkan nilai dimensi, ketebalan serta permitivitas patch pada reflektor AMC, digunakan beberapa persamaan seperti (3) dan (4). Persamaan (3) dan (4) juga dapat digunakan untuk menentukan frekuensi kerja yang terdapat pada persamaan (5).

$$C = \frac{w}{\pi} (\epsilon_1 + \epsilon_2) \cosh^{-1} \left(\frac{a}{g} \right) \quad (3)$$

$$L = \mu_0 h \quad (4)$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (5)$$

Selain itu, terdapat persamaan untuk menentukan kapasitansi lembaran (C_{sheet}) dengan menggunakan faktor koreksi geometris (F) dikalikan dengan kapasitansi individu ($C_{individu}$):

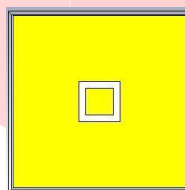
$$C_{sheet} = C_{individu} \times F \tag{6}$$

Faktor koreksi geometris (F) tersebut tergantung pada bentuk *patch* yang digunakan pada reflektor AMC. Nilai faktor geometris (F) dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Faktor koreksi geometris kapasitansi (F) untuk beberapa bentuk *patch*

| Geometri | Faktor Koreksi (F) |
|------------|--------------------|
| Triangular | $\sqrt{3}$ |
| Square | 1 |
| Hexagonal | $1/\sqrt{3}$ |

Sehingga, berdasarkan perhitungan dari persamaan (3),(4),(5),(6) didapatkan hasil dimensi reflektor AMC yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 4.



Gambar 3. Dimensi unit *cell* Reflektor AMC

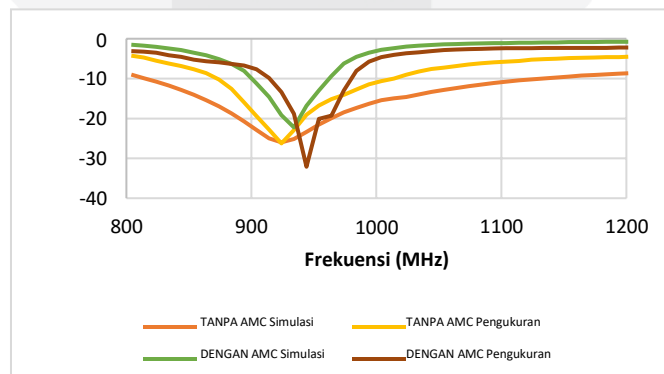
Tabel 4. Nilai parameter *unit cell* AMC

| Parameter | Nilai (mm) | Keterangan |
|-----------|------------|--|
| a | 64.9 | Panjang substrat |
| w | 63.9 | Panjang <i>patch</i> |
| g | 0,5 | <i>Gap</i> dari substrat ke <i>patch</i> |
| $a2$ | 15 | Sisi slot |
| $w2$ | 10 | Panjang <i>patch</i> dalam |
| $g2$ | 2 | <i>Gap patch</i> dalam |

4. Hasil Simulasi dan Pengukuran Antena

4.1 Perbandingan *Return Loss*, *VSWR* dan *Bandwidth* pada Antena Monopole Planar Terintegrasi AMC

Berdasarkan hasil simulasi dan hasil pengukuran menggunakan *Network Analyzer*, diperoleh hasil seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan *Return Loss* hasil simulasi dan pengukuran

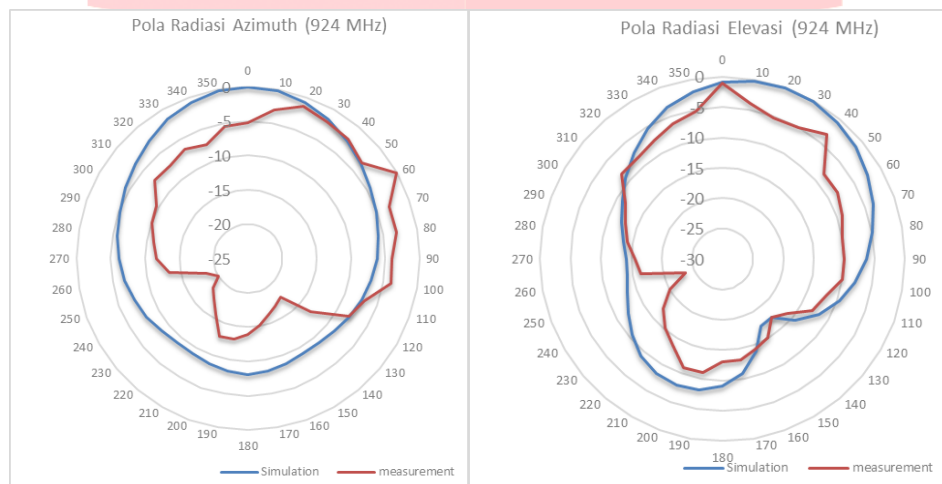
Pada frekuensi 924 MHz, dapat dilihat bahwa nilai *return loss* pada hasil simulasi antenna terintegrasi AMC sebesar -19,122 dB dan pada hasil pengukuran sebesar -13,35 dB. Kedua nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi *return loss* yaitu di bawah -10 dB.

Tabel 5. Perbandingan *return loss* dan bandwidth antara hasil simulasi dan hasil pengukuran pada antenna terintegrasi AMC.

| Hasil | <i>Return Loss</i> (dB) di 924 MHz | VSWR | <i>Bandwidth</i> (MHz) |
|------------|------------------------------------|------|------------------------|
| Simulasi | -19,122 | 1,24 | 61,65 |
| Pengukuran | -13,35 | 1,54 | 61,6 |

4.2 Pola Radiasi dan *Gain* Pada Antena Monopole Planar Terintegrasi AMC

Pengukuran pola radiasi dilakukan dalam 2 arah, yaitu azimuth dan elevasi. Pola radiasi merupakan bentuk grafis sebagai fungsi arah yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna [16]. Berikut konfigurasi pengukuran pola radiasi yang didapatkan:



Gambar 5. Pola Radiasi Antena Terintegrasi AMC: Azimuth (kiri), Elevasi (kanan)

Pola radiasi yang dihasilkan pada Gambar 5 adalah *unidirectional*. Hasil pengukuran yang dilakukan memiliki perbedaan terhadap hasil simulasi yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang ideal. Selain itu nilai yang muncul pada NA berubah sangat cepat sehingga dibutuhkan konsentrasi lebih. Namun pola radiasi yang dihasilkan masih sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Untuk pengukuran *gain* dilakukan dengan metode perbandingan yaitu menggunakan antenna referensi. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap pengukuran dan kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Data-data yang diambil terlampir pada lampiran B, dimana *gain* antenna referensi bernilai 7 dBi.

Tabel 6. Perbandingan Nilai *Gain* Simulasi dan Pengukuran

| Antena | <i>Gain</i> Simulasi (dBi) | <i>Gain</i> Pengukuran (dBi) |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Tidak Terintegrasi AMC | 2,102 | 1,7 |
| Terintegrasi AMC | 5,447 | 5 |

Pada Tabel 6 terlihat bahwa nilai *gain* simulasi berbeda dengan pengukuran. Selain karena faktor antenna, lingkungan pengukuran *gain* tidak ideal sehingga menyebabkan sedikit refleksi gelombang saat dilakukan pengukuran. Namun tujuan reflektor AMC sebagai peningkat *gain* masih tetap tercapai sesuai dengan spesifikasi awal.

5. Kesimpulan

Dari penelitian tugas akhir yang berjudul “Peningkatan *Gain* Antena Monopole RFID Menggunakan *Artificial Magnetic Conductor* (AMC)” dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Antena monopole planar terintegrasi AMC yang dirancang dan direalisasikan telah memenuhi spesifikasi di frekuensi 924 MHz.
2. Hasil *return loss* simulasi antena setelah terintegrasi AMC sebesar -19,122 dB dan pada pengukuran sebesar -13,35 dB dengan *bandwidth* sebesar 61,6 MHz dalam *range* 916 – 977,6 MHz.
3. Pola radiasi antena setelah terintegrasi AMC adalah *unidirectional* untuk arah azimuth dan elevasi.
4. Terjadi peningkatan *gain* setelah antena terintegrasi AMC. Pada pengukuran awal, *gain* yang dihasilkan sebesar 1,7 dBi. Setelah terintegrasi AMC, *gain* yang dihasilkan menjadi 5 dBi. Peningkatan yang terjadi sebesar 3,3 dBi.

Daftar Pustaka

- [1] H. H. Elzuwawi, G. H. Elzuwawi, M. M. Tahsin, and T. A. Denidni, “A New RFID Monopole Antenna Using A Compact AMC Structure,” 2019.
- [2] B. S. Nugroho, Y. Wahyu, and F. I. Terapan, “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Meander Line,” vol. 6, no. 2, pp. 4545–4554, 2019.
- [3] N. P. Dewi Kartika, “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Square Spiral Menggunakan Defected Ground Structure Untuk Aplikasi Pembaca RFID Pada Band UHF,” vol. 6, no. 2, pp. 4520–4527, 2019.
- [4] V. Agus, S. Warman, and R. Anwar, “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Monopole Patch Persegi Spiral Dengan Substrat FR-4 Untuk Aplikasi Pembaca RFID Pada BAND UHF,” vol. 3, no. 2, pp. 1059–1066, 2017.
- [5] T. Simamora, “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Rectangular Pada UHF (860-960 MHz) Dengan DGS (Defected Ground Structure) Bentuk Oktagonal Untuk Aplikasi RFID (Radio Frequency Identification),” pp. 1–9, 1392.
- [6] D. Kho, “Pengertian Antena dan Parameter Karakteristiknya,” 2014.
- [7] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*. New York: Wiley & Sons, 1981.
- [8] T. Macnamara, *Introduction to Antenna Placement & Installation*. John Wiley & Sons, 2010.
- [9] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.
- [10] D. M. Pozar, “Microstrip Antennas,” *Proceeding IEEE*, vol. 80, p. 79, 1992.
- [11] A. Akbar, I. Surjati, and S. Alam, “Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 GHz) Array dengan Teknik Pencatu Proximity Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi,” 2017.
- [12] R. Garg, P. Bhartia, I. J. Bah, and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House, 2000.
- [13] A. Mandal, A. Ghosal, and A. Majumdar, “Analysis of Feeding Techniques of Rectangular Microstrip Antenna,” *Proceeding IEEE*, 2012.
- [14] M. J. Uddin, M. Ibrahimy, M. Bin Ibne Reaz, and A. N. Nordin, “Design and Application of Radio Frequency Identification Systems,” *Eur. J. Sci. Res.*, 2016.
- [15] Menkominfo, “Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat Telekomunikasi Jarak Dekat (Short Range Device),” 2012.
- [16] RFID4U, “Basics – RFID Regulations.” [Online]. Available: <https://rfid4u.com/rfid-basics-resources/basics-rfid-regulations/>. [Accessed: 11-Jan-2020].
- [17] F. Rindiyantono, “RFID (Radio Frequency Identification),” 2016.
- [18] L. O. Nur and A. Munir, “Thin EM Wave Absorber Metasurface Based on Artificial Magnetic Conductor,” *Proceeding IEEE*, 2015.
- [19] M. Aprizal, “Reflektor Planar Berbasis Artificial Magnetic Conductor Untuk Peningkatan Performa Antena Wearable Pada Frekuensi ISM-Band,” 2018.
- [20] S. Pramono, “Rancang Bangun Linear Tapered Slot Antena Dengan Pencatuan Microstrip Line Untuk Aplikasi WRAN,” 2011.