

Perancangan Antena *Printed Monopole Patch* Elips dengan Konfigurasi EMA dan EMB untuk Pembaca RFID pada Frekuensi UHF

Fransiska Melathi Cahyaningtyas¹, Eva Yovita Dwi Utami², Andreas Ardian Febrianto³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹612015032@student.uksw.edu, ²eva.utami@uksw.edu, ³andreas.febrianto@uksw.edu

Abstrak

Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip *printed monopole patch* elips konfigurasi EMA dan EMB untuk aplikasi pembaca RFID pada pita frekuensi UHF. Bentuk *patch* elips memiliki dua jenis konfigurasi, yaitu EMA (pencatutan pada sumbu mayor) dan EMB (pencatutan pada sumbu minor). *Printed monopole* ditambahkan pada bagian *ground plane* untuk memperbesar *bandwidth* antena. Antena disimulasikan dan direalisasikan menggunakan bahan FR4 epoxy dengan nilai permitivitas relatif sebesar 4,65 dan ketebalan 1,6 mm, sedangkan *patch* peradiasi dan *ground plane* menggunakan bahan tembaga. Hasil simulasi menunjukkan untuk konfigurasi EMA, diperoleh *bandwidth* sebesar 641,1 MHz dan *gain* 2,533 dB. Sementara untuk konfigurasi EMB diperoleh *bandwidth* sebesar 340,54 MHz dan *gain* sebesar 2,181 dB. Setelah antena direalisasikan, diperoleh hasil pengujian dengan konfigurasi EMA adalah *return loss* = -43,912 dB, VSWR = 1,013, *bandwidth* sebesar 1,053 GHz, dan *gain* = 6,41 dB. Sementara hasil pengujian dengan konfigurasi EMB adalah *return loss* = -32,409 dB, VSWR = 1,049, *bandwidth* sebesar 584 MHz, dan *gain* = 6,2 dB. Hasil simulasi maupun pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi EMA memiliki *bandwidth* dan *gain* yang lebih baik daripada EMB. Namun demikian, kedua konfigurasi ini menghasilkan pola radiasi yang sama, yaitu pola radiasi *omnidirectional* pada bidang *azimuth* dan pola *bidirectional* pada bidang elevasi.

Kata kunci: Antena *printed monopole, patch* Elips, konfigurasi EMA, konfigurasi EMB

Abstract

In this study, an ellipse patch printed monopole antenna with EMA and EMB configurations was designed for RFID reader applications in the UHF frequency band. There are two types of elliptical patches configurations: EMA (the feeding is on the major axis) and EMB (the feeding is on the minor axis). A printed monopole was added to the ground plane to increase the antenna bandwidth. The antenna was simulated and realized using FR4 epoxy material with the relative permittivity of 4.65 and a thickness of 1.6 mm, while the radiating patch and ground plane was made of copper. The simulation results show that for EMA configuration, the obtained bandwidth is 641.1 MHz and a gain of 2.533 dB. Meanwhile, the EMB configuration obtained a bandwidth of 340.54 MHz and a gain of 2.181 dB. The measurement results for EMA configuration are return loss of -43.912 dB, VSWR of 1.013, bandwidth of 1.053 GHz, and gain of 6.41 dB. While the test results for the EMB configuration for each parameter are return loss = -32.409 dB, VSWR = 1.049, bandwidth of 584 MHz, and gain = 6.2 dB. The simulation and test results show that the EMA configuration has better bandwidth

and gain than EMB. However, these two configurations produce the same radiation pattern, an omnidirectional radiation pattern in the azimuth plane and a bidirectional pattern in the elevation plane.

Keywords: Printed monopole antenna, elliptical patch, EMA configuration, EMB configuration

1. Pendahuluan

Salah satu perangkat penting dalam transmisi sistem komunikasi nirkabel adalah antena, yang berfungsi meradiasikan gelombang elektromagnetik yang membawa informasi ke udara, dan juga sebaliknya menangkap gelombang elektromagnetik dari udara [1]. Perkembangan komunikasi nirkabel pada masa sekarang dan yang akan datang mengarah dan semakin berfokus pada komunikasi yang bersifat personal dengan tuntutan mobilitas yang tinggi. Beberapa sistem komunikasi ini misalnya adalah telepon seluler, Wi-Fi, bluetooth, *Ultra Wide Band (UWB)*, *Radio Frequency Identification (RFID)*, sistem pelacakan posisi seperti GPS, dan *Body Area Network (BAN)*. Sistem komunikasi ini membutuhkan antena yang *low profile*, yaitu yang memiliki ketebalan yang kecil. Antena mikrostrip merupakan antena yang banyak dikembangkan karena memiliki beberapa kelebihan, di antaranya memiliki ukuran yang kecil dan ringan, mudah untuk difabrikasi, serta bentuk elemen peradiasinya yang dapat bervariasi [2]. Bentuk *patch* yang populer adalah *rectangular* dan *circular*. Salah satu bentuk elemen peradiasi (*patch*) yang belum banyak dikembangkan adalah bentuk oval (*ellipse*). Padahal bentuk *patch* elips dibandingkan bentuk *patch* antena lainnya memiliki keunggulan, yaitu bentuknya yang ramping sehingga dapat diletakkan secara tegak atau mendatar.

Berdasarkan penelitian [3], untuk aplikasi antena pada frekuensi 800-2000 MHz dan kebutuhan rentang *bandwidth* yang lebar, dapat digunakan antena dengan *patch* lingkaran atau elips. Berdasarkan informasi dari penelitian tersebut, salah satu aplikasi yang sesuai dengan alokasi rentang frekuensi 800-2000 MHz adalah aplikasi pembaca RFID pada pita UHF. RFID merupakan metode identifikasi melalui gelombang radio untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh. Secara umum sistem RFID terdiri dari dua komponen utama, yaitu: *Tag RFID (transponder)* yang terletak pada objek yang akan diidentifikasi; dan pembaca (*reader*) atau interogator, yaitu alat penangkap data yang tergantung pada rancangan dan teknologi yang digunakan, yang dapat berupa perangkat baca atau tulis/baca [4].

Terdapat empat frekuensi kerja *RFID* yang sering digunakan berdasarkan frekuensi radionya, yaitu: *band LF* (125-134 kHz), *band HF* (13,56 MHz), *band UHF* (866-960 MHz), dan *Microwave* (2,45 GHz)[5]. Frekuensi operasi RFID berbeda di tiap negara, seperti 902-928 MHz di Amerika Utara, 908,5-914 MHz di Korea, 920-926 MHz di Australia, 922-928 MHz di Taiwan, dan 950-956 MHz di Jepang[6]. Sementara standar frekuensi kerja pembaca RFID di Indonesia yang dikeluarkan oleh Direktur Jendral Pos dan Telekomunikasi Departemen Komunikasi dan Informatika, adalah 923-925 MHz (UHF) [7].

Sesuai dengan letak pencatunya, elips memiliki 2 jenis konfigurasi (konfigurasi EMA dan EMB). Penelitian [3] membandingkan hasil *bandwidth* kedua konfigurasi. Sementara menurut [8] disarankan pemilihan bentuk konfigurasi EMA agar energi tidak terserap oleh struktur antena, sehingga *bandwidth* akan semakin lebar. Penulis telah melakukan penelitian sebelumnya dengan menyimulasikan kedua konfigurasi elips EMA dan EMB tersebut dan telah dilaporkan dalam [9], namun *bandwidth* antena yang disimulasikan hanya mencakup frekuensi kerja RFID di Indonesia. Pada penelitian ini, kedua konfigurasi

elips akan dirancang dan direalisasikan dengan metode pencatutan *inset feed* dan penambahan teknik *printed monopole*.

Metode *printed monopole* sangat berguna untuk operasi antena yang membutuhkan *bandwidth* lebar (*wide band*) dan *gain* yang cukup besar tanpa harus menambah dimensi antena seperti pada metode *array* atau *multilayer* [10]. Secara umum, alasan penggunaan antena *printed monopole* dikarenakan strukturnya yang sederhana, berukuran kecil, dan biaya pembuatannya yang relatif lebih murah namun dapat menjanjikan lebih banyak peningkatan *bandwidth* dan *gain* antena dengan sifat radiasi yang lebih baik [11]. Maka pada penelitian ini, dirancang antena mikrostrip *printed monopole* dengan *patch* elips konfigurasi EMA dan EMB. Antena yang dirancang ini disimulasikan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite ver. 2018 dan direalisasikan menggunakan bahan substrat FR4 *epoxy* dan *patch* peradiasi tembaga. Frekuensi tengah RFID ditetapkan pada 924 MHz dengan target *bandwidth* yang minimal bisa mencakup frekuensi kerja RFID secara global pada UHF yaitu 860-960 MHz.

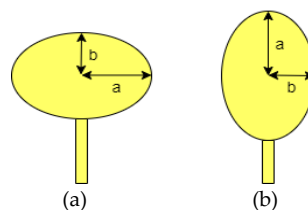
2. Metode Penelitian

2.1. Antena Mikrostrip Patch Elips

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena tercetak yang terdiri dari sebuah *patch* logam yang tercetak di bagian atas substrat tipis dengan bidang pentanahan (*ground plane*) pada bagian bawah substrat tersebut [1] - [2]. *Patch* merupakan elemen peradiasi yang terbuat dari bahan logam dengan bentuk yang bervariasi, misalnya persegi panjang, lingkaran, elips, cincin, dan sebagainya. Substrat merupakan bagian dielektrik yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pentanahan. Bagian ini memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalan (h) tertentu. Sedangkan elemen pentanahan (*ground*) berfungsi sebagai pembumian (*grounding*) bagi sistem antena mikrostrip. Elemen pentanahan ini umumnya memiliki jenis bahan yang sama dengan elemen peradiasi.

Antena mikrostrip dengan *patch* elips merupakan jenis antena mikrostrip berbentuk lonjong (elips) dengan karakteristik yang lebih ramping dibanding antena lainnya, karena posisinya dapat diletakkan secara vertikal maupun horisontal, sehingga dapat diaplikasikan pada tempat yang relatif sempit dengan posisi yang beragam.

Terdapat dua jenis konfigurasi *elliptical patch*, yaitu EMA dan EMB [3]. EMA (*Elliptical Monopole is fed along minor axis*) adalah konfigurasi *patch* elips jika pencatutan berada pada sumbu minor (b) dan EMB (*Elliptical Monopole is fed along major axis*) adalah konfigurasi *patch* elips jika pencatutan berada di sumbu mayor (a), seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



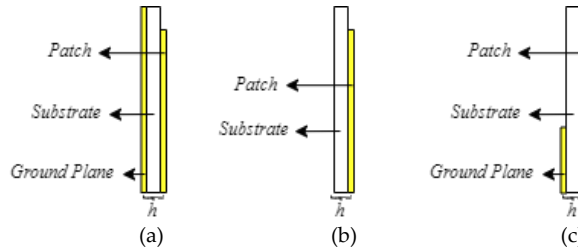
Gambar 1. Bentuk dan konfigurasi (a) EMA dan (b) EMB [3]

2.2. Antena *Printed Monopole*

Antena *printed monopole* merupakan modifikasi antena mikrostrip yang strukturnya menyerupai antena *monopole* namun perbedaannya terletak pada dimensi *ground plane*-nya.

Modifikasi ini merupakan salah satu cara meningkatkan *bandwidth* dan *gain*, serta memiliki pola radiasi *omnidirectional*.

Perbedaan struktur antenna mikrostrip secara umum, antenna *monopole*, dan antenna *printed monopole* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur (a) Antena mikrostrip, (b) Antena *monopole* dan (c) Antena *printed monopole* [8]

Perhitungan frekuensi bawah dari frekuensi kerja yang diinginkan dan dimensi *patch* antenna *printed monopole* akan mengadaptasi perhitungan antenna *planar monopole*. Hal ini dilakukan karena elemen peradiasi pada konfigurasi *printed monopole* dan *planar monopole* memiliki kondisi yang hampir sama [8]. Sehingga persamaan matematis untuk menghitung frekuensi bawah antenna *printed monopole* menjadi seperti berikut.

$$f_L = \frac{c}{\lambda} = \frac{30 \times 0,24}{L+r} = \frac{7,2}{L+r+p} \quad (1)$$

dengan f_L adalah frekuensi bawah dari frekuensi kerja (GHz); L adalah panjang *patch* antenna (cm); p merupakan panjang saluran pencatu (cm); r adalah radius/jari-jari (cm); dan λ merupakan panjang gelombang pada frekuensi resonansi (m).

Panjang saluran pencatu (p) dapat dihitung, sedangkan rasio antara radius minor (b) dan radius mayor (a) akan ditetapkan sebesar 0,6 [8].

2.3. Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip *Patch Ellipse*

2.3.1. Perhitungan Dimensi *Patch* Antena

Perhitungan dimensi antenna didapatkan dari penurunan persamaan untuk konfigurasi *elliptical monopole* dengan *cylindrical monopole*, sehingga didapatkan Persamaan (2) untuk konfigurasi EMA dan Persamaan (3) untuk konfigurasi EMB.

$$L = 2b \quad r = \frac{a}{4} \quad (2)$$

$$L = 2a \quad r = \frac{b}{4} \quad (3)$$

dengan L adalah panjang *patch* antenna (cm); r merupakan radius *patch* antenna (cm); a adalah panjang sumbu mayor (cm); dan b ialah panjang sumbu minor (cm).

Untuk mendapatkan nilai radius a dan b pada konfigurasi *patch* elips EMA digunakan Persamaan (4) berikut [3].

$$f_{LA} = \frac{7,2}{2b + \frac{a}{4} + p} \quad (4)$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai radius a dan b pada konfigurasi *patch* elips EMB digunakan Persamaan (5)[3]:

$$f_{LB} = \frac{7,2}{2a + \frac{b}{4} + p} \quad (5)$$

dengan f_{LA} adalah frekuensi bawah dari frekuensi kerja untuk konfigurasi EMA (GHz); dan f_{LB} merupakan frekuensi bawah dari frekuensi kerja untuk konfigurasi EMB (GHz).

2.3.2. Perhitungan Dimensi Saluran Pencatu Antena

Teknik pencatuan yang digunakan pada perancangan antena ini adalah *inset feed*. Untuk menentukan lebar *feed line* dihitung dengan [12]:

$$\frac{W_f}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A}-2} \quad (6)$$

dengan W_f merupakan lebar saluran pencatu; W_p adalah lebar *patch*; dan h merupakan tebal substrat (semua dalam satuan milimeter).

Nilai A adalah sebagai berikut [12].

$$A = \frac{Z_0}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{\epsilon_r+1} \left(0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r}\right)} \quad (7)$$

dengan Z_0 adalah impedansi karakteristik saluran transmisi (50 Ω); dan ϵ_r adalah permitivitas relatif substrat.

Untuk menghitung lebar *inset feed*, digunakan *empty space* pada *patch rectangular*, yaitu:

$$y_i = \frac{6h}{2} \quad (8)$$

Perhitungan panjang *inset feed* mengikuti lebar saluran pencatu, namun ditambahkan sebesar 1 mm di sisi kanan dan kiri saluran pencatu [13], sehingga diperoleh:

$$x_i = W_f + 2 \quad (9)$$

dengan W_f ialah lebar saluran pencatu (mm); x_i adalah panjang *inset feed* (mm); h ialah tebal substrat (mm); dan y_i merupakan lebar *inset feed* (mm).

Untuk mendapatkan panjang saluran pencatu digunakan persamaan berikut [12].

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad \lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (10)$$

dengan c merupakan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s); f_r adalah frekuensi resonansi (Hz); ϵ_r adalah permitivitas relatif substrat; L_f ialah panjang *feed line* (m); λ_0 adalah panjang gelombang di udara (m), dan λ_g adalah panjang gelombang dalam saluran pencatu (m).

Panjang *feed line* (L_f) dalam Persamaan (10) digunakan untuk menghitung panjang saluran pencatu (p) dalam Persamaan (4) dan (5), sehingga didapatkan panjang sumbu mayor (a) dan sumbu minor (b).

2.3.3. Perhitungan Dimensi Substrat Antena

Perhitungan dimensi *substrate* antena konfigurasi EMA dan EMB berturut-turut ditunjukkan oleh Persamaan (11) dan (12).

$$L_{sa} \times W_{sa} = \frac{8}{3} a \times 2(b + L_f - y_i) \quad (11)$$

$$L_{sb} \times W_{sb} = 2(a + L_f - y_i) \times 3b \quad (12)$$

dengan L_{sa} merupakan panjang substrat antena konfigurasi EMA (mm); W_{sa} adalah lebar substrat antena konfigurasi EMA (mm); L_{sb} merupakan panjang substrat antena konfigurasi EMB (mm); W_{sb} ialah lebar substrat antena konfigurasi EMB (mm); a adalah sumbu mayor pada *patch* antena (mm); b adalah sumbu minor pada *patch* antena (mm); L_f merupakan panjang *feed line* (mm); dan y_i adalah lebar *inset feed* (mm).

2.3.4. Perhitungan Dimensi *Ground Plane* Antena

Elemen pentanahan pada antena yang dirancang adalah tembaga. Dimensi *ground plane* antena mengikuti dimensi substrat antena, namun karena menggunakan metode *printed monopole*, maka lebarnya berkurang menyesuaikan panjang *feed line*.

Perhitungan dimensi *ground plane* antena konfigurasi EMA adalah sebagai berikut.

$$L_{ga} \times W_{ga} = 2(b + L_f - y_i) \times L_f \quad (13)$$

Sementara untuk dimensi *ground plane* antena konfigurasi EMB adalah sebagai berikut.

$$L_{gb} \times W_{gb} = 3b \times L_f \quad (14)$$

dengan L_{ga} adalah panjang *ground plane* antena konfigurasi EMA (mm); W_{ga} adalah lebar *ground plane* antena konfigurasi EMA (mm); L_{gb} ialah panjang *ground plane* antena konfigurasi EMB (mm); W_{gb} merupakan lebar *ground plane* antena konfigurasi EMB (mm); b adalah sumbu minor pada *patch* antena (mm); L_f ialah panjang *feed line* (mm); dan y_i merupakan lebar *inset feed* (mm).

3. Hasil Simulasi

3.1. Spesifikasi Antena

Antena yang dirancang memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi antena

Parameter	Nilai
Tebal substrat (FR-4 epoxy)	1,6 mm
ϵ_r substrat (FR-4 epoxy)	4,65
Frekuensi tengah	924 MHz
VSWR	≤ 2
<i>Return loss</i>	$< -9,54$ dB
<i>Bandwidth</i>	130 MHz
<i>Gain</i>	≥ 2 dB
Impedansi masukan	Mendekati 50 Ω

3.2. Simulasi Antena

Untuk mensimulasikan rancangan antena, dimensi antena awal ditentukan dengan perhitungan matematis menggunakan Persamaan (1) – (14). Dalam simulasi awal, kinerja antena yang didapatkan belum memenuhi spesifikasi, maka diperlukan proses optimasi, dengan mengubah-ubah dimensinya. Optimasi dimensi secara garis besar dilakukan dua kali yaitu pada perancangan antena mikrostrip dan pada antena *printed monopole*. Optimasi pada antena mikrostrip dilakukan dengan mengubah-ubah secara *trial and error* panjang sumbu mayor, sumbu minor, serta panjang dan lebar saluran pencatu, sampai didapatkan nilai VSWR < 2 dan *return loss* $< -9,54$ dB pada frekuensi tengah 924 MHz. Setelah itu dirancang antena *printed monopole* dan optimasi kembali dilakukan. Dimensi antena diubah-ubah secara *trial and error* pada sumbu mayor, sumbu minor dan panjang serta lebar saluran pencatu, sampai diperoleh nilai VSWR < 2 , *return loss* $< -9,54$ dB dan impedansi mendekati 50 Ω pada frekuensi 924 MHz. Proses mengubah dimensi masih dilakukan untuk terus memperkecil nilai VSWR sedemikian sampai paling mendekati VSWR = 1. Dengan VSWR yang semakin kecil maka akan menurunkan nilai *return loss*, dan impedansi akan mendekati kondisi *matching*.

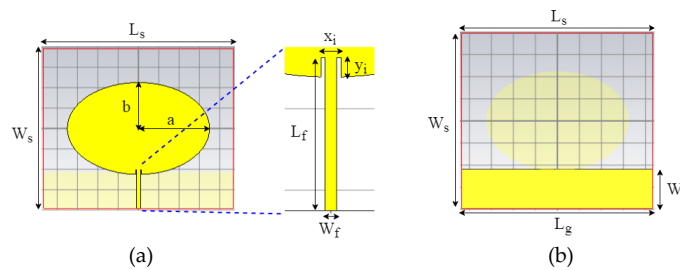
Dimensi antena hasil perhitungan dan hasil setelah dioptimasi tercantum pada Tabel 2.

Perancangan Antena *Printed Monopole Patch* Elips dengan Konfigurasi EMA dan EMB
 untuk Pembaca RFID pada Frekuensi UHF
 Fransiska Melathi Cahyaningtyas, Eva Yovita Dwi Utami, Andreas Ardian Febrianto

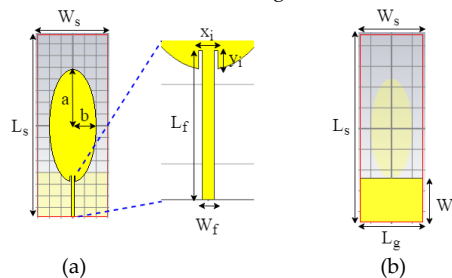
Tabel 2. Dimensi antena *printed monopole* hasil perhitungan matematis

Notasi	Konfigurasi EMA (mm)		Konfigurasi EMB (mm)		Keterangan
	Perhitungan	Optimasi	Perhitungan	Optimasi	
a	53,77	65	36,27	48	Sumbu mayor <i>patch</i>
b	32,26	45	21,76	20	Sumbu minor <i>patch</i>
L_f	37,6	39,1	37,6	47,1	Panjang saluran pencatu
W_f	2,94	3,8	2,94	2	Lebar saluran pencatu
L_s	143,4	173,33	138,14	180,6	Panjang substrat
W_s	130,12	158,6	65,28	60	Lebar substrat
L_g	130,12	158,6	65,28	60	Panjang <i>ground plane</i>
W_g	37,6	39,1	37,6	47,1	Lebar <i>ground plane</i>
x_i	4,94	5,8	4,94	4	Panjang <i>empty space</i>
y_i	4,8	4,8	4,8	4,8	Lebar <i>empty space</i>

Ilustrasi perancangan antena *printed monopole* hasil optimasi antena konfigurasi EMA ditunjukkan pada Gambar 3 dan konfigurasi EMB pada Gambar 4.



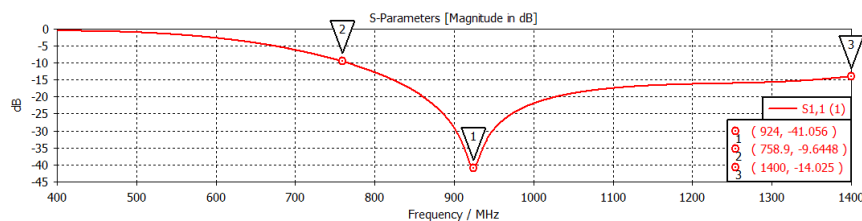
Gambar 3. Hasil perancangan antena *printed monopole* konfigurasi EMA (a) Tampilan depan dan (b) Tampilan belakang



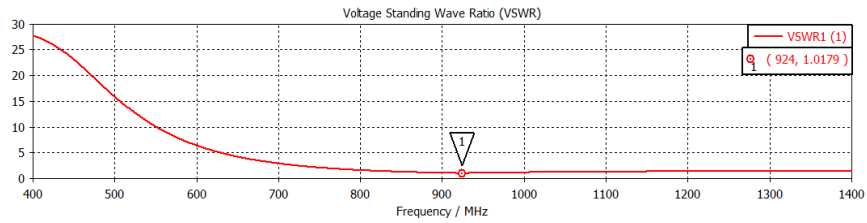
Gambar 4. Hasil perancangan antena *printed monopole* konfigurasi EMB (a) Tampilan depan dan (b) Tampilan belakang

3.4. Hasil Optimasi Antena

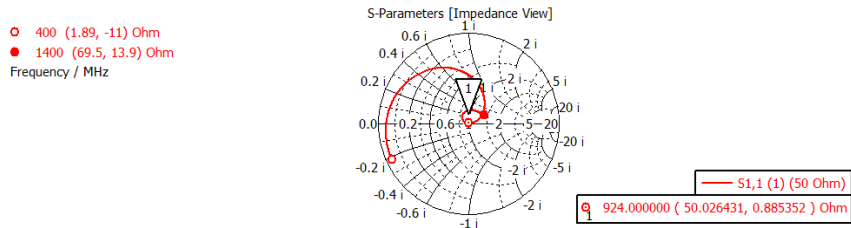
Antena yang disimulasikan dengan memasukkan dimensi hasil optimasi rancangan antena pada software CST Studio Suite ver. 2018 menghasilkan grafik parameter kinerja antena yang ditunjukkan Gambar 5 - 8.



Gambar 5. *Return loss* antena *printed monopole* konfigurasi EMA setelah dioptimasi

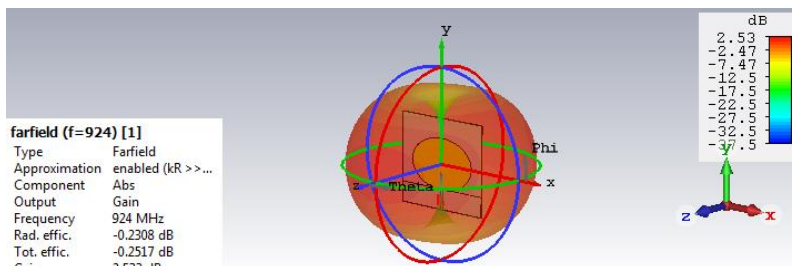


Gambar 6. VSWR pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMA setelah dioptimasi



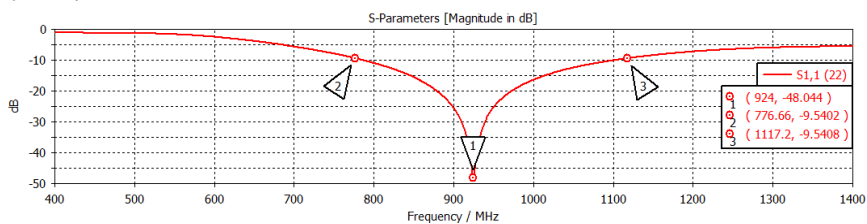
Gambar 7. Impedansi masukan pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMA setelah dioptimasi

Gambar 5 menunjukkan, pada frekuensi resonansi 924 MHz antenna konfigurasi EMA menghasilkan nilai *return loss* sebesar -41,056 dB. Ditunjukkan juga bahwa pada *marker 1* yaitu frekuensi 758,9 MHz, merupakan batas frekuensi bawah yang memenuhi nilai *return loss* $\leq 9,54$ dB, dan pada *marker 2* merupakan frekuensi batas atasnya yaitu 1400 MHz. Dengan demikian *bandwidth* yang diperoleh pada rancangan antenna ini sebesar 641,1 MHz. Sementara pada Gambar 6, VSWR pada frekuensi resonansi 924 MHz didapatkan nilai sebesar 1,0179. Hasil simulasi *Smith Chart* pada Gambar 7 memperlihatkan nilai impedansi antenna sebesar $50,026 + j0,885 \Omega$. Nilai *return loss*, VSWR dan impedansi tersebut telah memenuhi spesifikasi. Dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa pada frekuensi 924 MHz antenna *printed monopole* konfigurasi EMA mendapatkan nilai *gain* sebesar 2,533 dB.



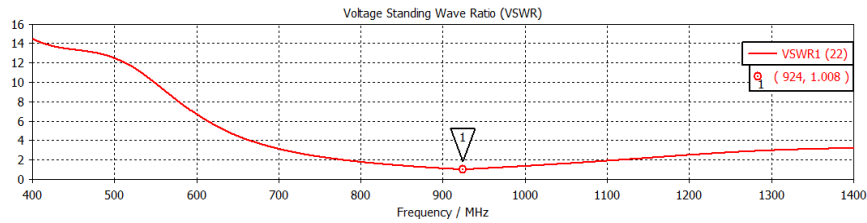
Gambar 8. *Gain* pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMA setelah dioptimasi

Sementara hasil optimasi antenna *printed monopole* konfigurasi EMB dapat dilihat pada Gambar 9 - 12.

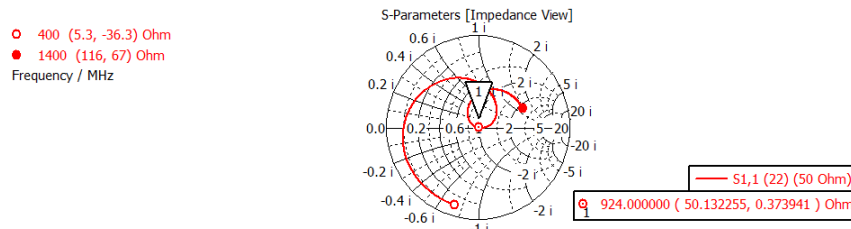


Gambar 9. *Return loss* pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMB setelah dioptimasi

Perancangan Antena *Printed Monopole Patch* Elips dengan Konfigurasi EMA dan EMB untuk Pembaca RFID pada Frekuensi UHF
Fransiska Melathi Cahyaningtyas, Eva Yovita Dwi Utami, Andreas Ardian Febrianto

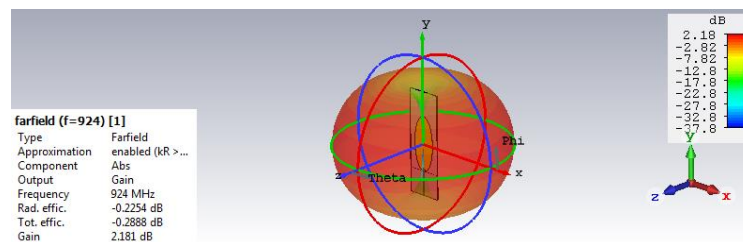


Gambar 10. VSWR pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMB setelah dioptimasi



Gambar 11. Impedansi masukan pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMB setelah dioptimasi

Berdasarkan Gambar 9, pada frekuensi resonansi 924 MHz antenna konfigurasi EMB menghasilkan nilai *return loss* sebesar $-48,044$ dB, batas frekuensi bawah berada pada *marker 2* dengan frekuensi 776,66 MHz dan batas frekuensi atas berada pada *marker 3* dengan frekuensi 1117,2 MHz, merupakan batas *return loss* yang memenuhi spesifikasi. Maka *bandwidth* yang diperoleh pada antenna konfigurasi EMB ini sebesar 340,54 MHz. Sementara pada Gambar 10, VSWR pada frekuensi resonansi 924 MHz didapatkan nilai sebesar 1,008. Hasil simulasi *Smith Chart* pada Gambar 11 menunjukkan nilai impedansi antenna $50,132 + j0,374 \Omega$. Nilai VSWR, *return loss* dan impedansi ini telah sesuai dengan spesifikasi. Sementara itu, nilai *gain* yang diperoleh pada frekuensi 924 MHz untuk antenna *printed monopole* konfigurasi EMB adalah sebesar 2,181 dB seperti ditunjukkan pada Gambar 12, juga telah memenuhi spesifikasi.



Gambar 12. *Gain* pada antenna *printed monopole* konfigurasi EMB setelah dioptimasi

Nilai parameter kinerja antenna *printed monopole* konfigurasi EMA dan EMB hasil simulasi dirangkum pada Tabel 3. Hasil simulasi menunjukkan *gain* dan *bandwidth* pada konfigurasi EMA lebih baik daripada konfigurasi EMB. Kedua hasil konfigurasi rancangan antenna tersebut telah memenuhi spesifikasi sehingga dapat direalisasikan atau difabrikasi.

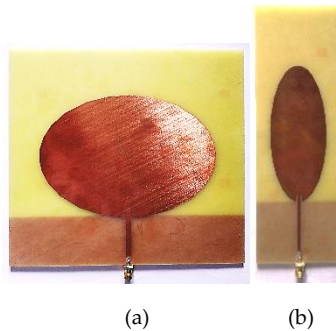
Tabel 3. Nilai parameter hasil optimasi antenna konfigurasi EMA dan EMB

Parameter	Konfigurasi EMA	Konfigurasi EMB	Spesifikasi
<i>Return Loss</i>	-41,056 dB	-48,044 dB	< -9,54 dB
VSWR	1,0179	1,008	≤ 2
<i>Bandwidth</i>	641,1 MHz	340,54 MHz	> 130 MHz
Impedansi Antena	$50,026 + j0,885 \Omega$	$50,132 + j0,374 \Omega$	50Ω
<i>Gain</i>	2,533 dB	2,181 dB	≥ 2 dB

4. Hasil Fabrikasi dan Pembahasan

4.1. Fabrikasi Antena

Dari simulasi perancangan antena menggunakan software CST 2018, didapatkan nilai parameter yang diinginkan. Selanjutnya akan dilakukan fabrikasi antena seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13. Dimensi fisik antena *printed monopole patch* elips dengan konfigurasi EMA sebesar 173,3 mm×158,6 mm, sementara untuk dimensi fisik antena konfigurasi EMB adalah 180,6 mm×60 mm. Pengujian parameter *return loss*, VSWR, impedansi masukan, *gain*, dan pola radiasi antena dilakukan di Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung.



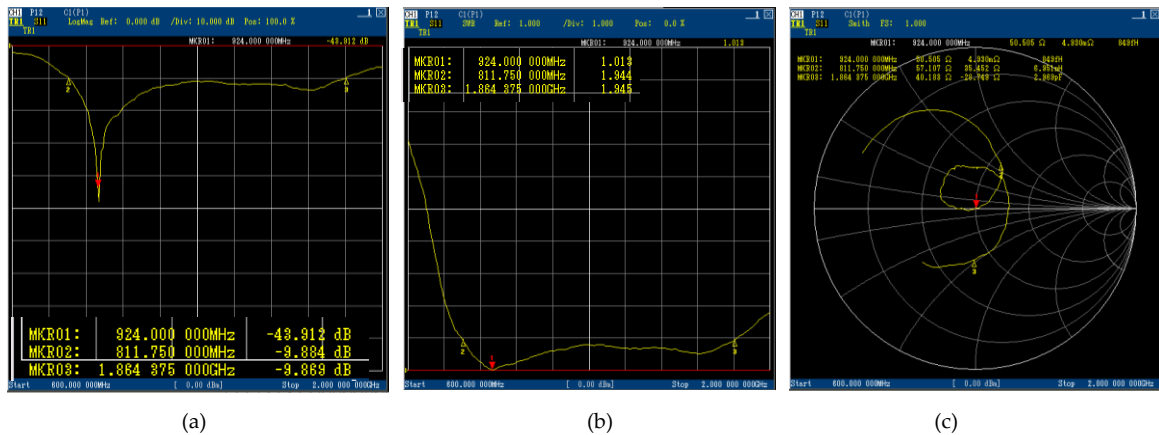
Gambar 13. Hasil fabrikasi antena *printed monopole patch* elips dengan (a) Konfigurasi EMA dan (b) Konfigurasi EMB

4.2. Hasil Pengujian Antena *Printed Monopole Patch* Elips Konfigurasi EMA

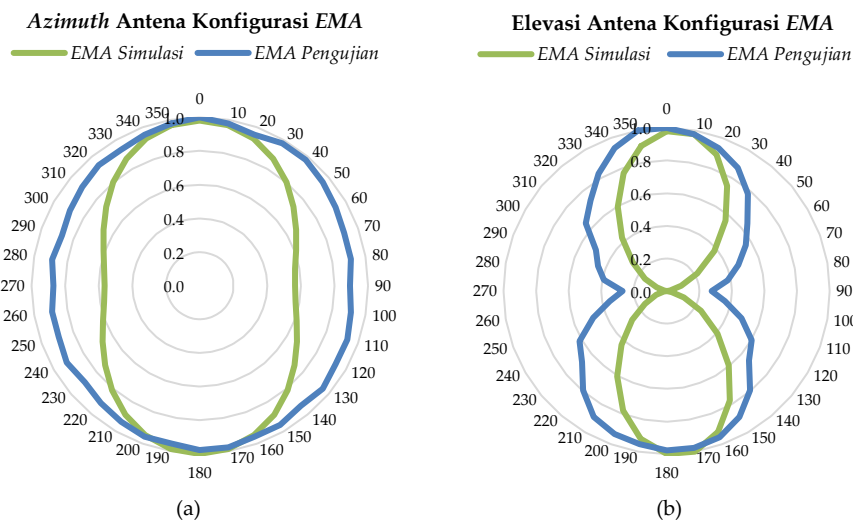
Hasil pengujian parameter *return loss*, VSWR, dan impedansi antena dengan konfigurasi EMA ditunjukkan pada Gambar 14. Pada Gambar 14(a) *marker 1* (MKR01) berada pada frekuensi 924 MHz dengan nilai *return loss* sebesar -43,912 dB, *marker 2* (MKR02) pada frekuensi 811,750 MHz dengan nilai *return loss* sebesar -9,884 dB, sementara *marker 3* (MKR03) di frekuensi 1,864 GHz mendapatkan nilai *return loss* sebesar -9,869 dB. Pada Gambar 14(b) *marker 1* (MKR01) berada pada frekuensi 924 MHz dengan nilai VSWR sebesar 1,013, *marker 2* (MKR02) pada frekuensi 811,750 MHz dengan nilai VSWR sebesar 1,944, sementara *marker 3* (MKR03) di frekuensi 1,864 GHz mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,945. Dengan melihat batas frekuensi bawah dan frekuensi atas yang memenuhi *return loss* < -9,54 dB dan VSWR < 2 maka diperoleh *bandwidth* sebesar 1,053 GHz. Sementara pada Gambar 14(c) dapat diketahui bahwa impedansi yang diperoleh pada frekuensi 924 MHz adalah sebesar $50,505 + j4,930 \text{ m}\Omega$.

Hasil pengujian antena berikutnya adalah parameter *gain*. Dengan melakukan pengukuran sepuluh kali dengan antena uji sebagai antena penerima diperoleh rata-rata *gain* sebesar 6,41 dB. Gambar 15 menunjukkan hasil pengujian pola radiasi pada sudut *azimuth* dan sudut elevasi pada antena *printed monopole patch* elips dengan konfigurasi EMA dan dibandingkan dengan pola radiasi hasil simulasinya. Berdasarkan Gambar 15, antena *printed monopole patch* elips dengan konfigurasi EMA ini memiliki pola radiasi omnidireksional pada bidang *azimuth*, sedangkan bidang elevasinya memiliki pola radiasi bidireksional.

Perancangan Antena *Printed Monopole Patch* Elips dengan Konfigurasi EMA dan EMB untuk Pembaca RFID pada Frekuensi UHF
Fransiska Melathi Cahyaningtyas, Eva Yovita Dwi Utami, Andreas Ardian Febrianto



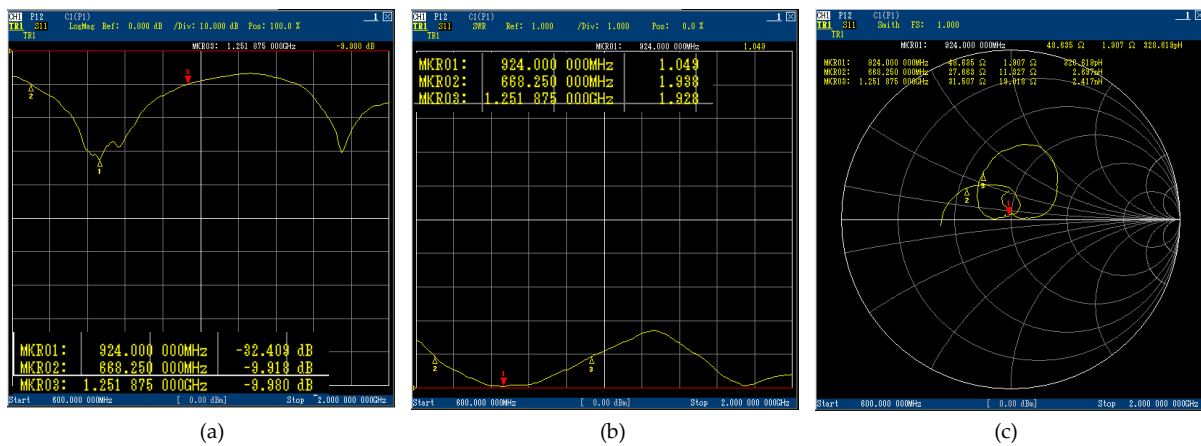
Gambar 14. Grafik hasil pengujian antena *printed monopole* dengan konfigurasi EMA: (a) *Return loss*, (b) VSWR, (c) Impedansi.



Gambar 15. Grafik pola radiasi (a) *Azimuth* dan (b) *Elevasi* perbandingan hasil simulasi dengan hasil pengujian antena konfigurasi EMA.

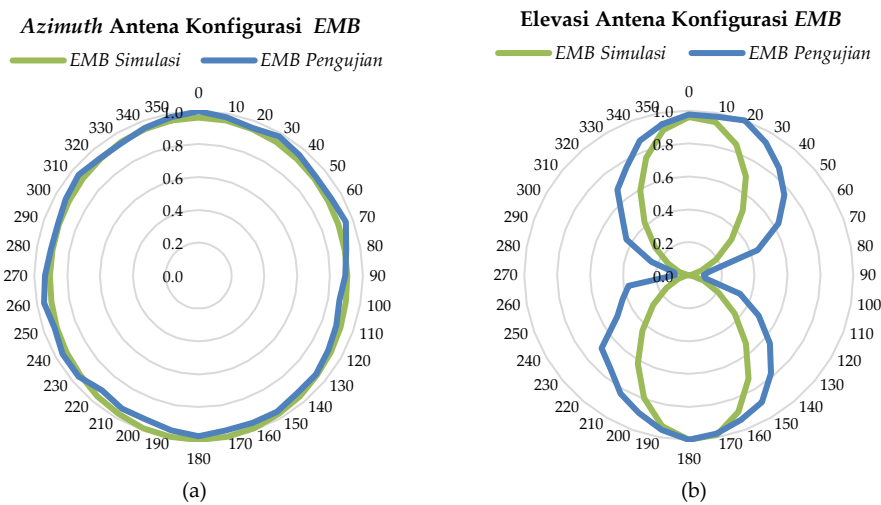
4.3. Hasil Pengujian Antena *Printed Monopole Patch* Elips Konfigurasi EMB

Hasil pengujian parameter *return loss*, VSWR, dan impedansi antena dengan konfigurasi EMB ditunjukkan pada Gambar 16. Pada Gambar 16(a) *marker 1* (MKR01) berada pada frekuensi 924 MHz dengan nilai *return loss* sebesar -32,409 dB, *marker 2* (MKR02) pada frekuensi 668,250 MHz dengan *return loss* sebesar -9,918 dB, sementara *marker 3* (MKR03) di frekuensi 1,252 GHz mendapatkan nilai *return loss* sebesar -9,980 dB. Pada Gambar 16(b) *marker 1* (MKR01) berada pada frekuensi 924 MHz dengan nilai VSWR sebesar 1,049, *marker 2* (MKR02) pada frekuensi 668,250 MHz dengan nilai VSWR sebesar 1,938, sementara *marker 3* (MKR03) di frekuensi 1,252 GHz mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,928. Dengan memperhatikan batas frekuensi bawah dan atas yang memenuhi *return loss* < -9,54 dB dan VSWR < 2, dapat diketahui bahwa antena dapat beroperasi pada *bandwidth* 584 MHz. Pada Gambar 16(c) *marker 1* (MKR01) menunjukkan bahwa pada frekuensi 924 MHz diperoleh impedansi sebesar $48,635 + j1,907 \Omega$. Sementara hasil pengujian *gain* yang dilakukan sepuluh kali dengan antena uji sebagai antena penerima, diperoleh rata-rata *gain* sebesar 6,2 dB.



Gambar 16. Grafik hasil pengujian antenna *printed monopole* dengan konfigurasi EMB: (a) *Return loss*, (b) VSWR, (c) Impedansi.

Berdasarkan Gambar 17(a), ditunjukkan bahwa antenna *printed monopole patch* elips dengan konfigurasi EMB hasil simulasi dan hasil pengujian pada bidang *azimuth* memiliki pola radiasi omnidireksional, sedangkan berdasarkan Gambar 17(b), pada bidang elevasinya memiliki pola radiasi bidireksional. Pada bidang elevasi *beamwidth* antenna hasil pengujian lebih melebar dibandingkan hasil simulasi.



Gambar 17. Grafik pola radiasi (a) *Azimuth* dan (b) *Elevasi* hasil simulasi dan hasil pengujian antenna konfigurasi EMB.

Keseluruhan hasil simulasi dan pengujian, baik pada konfigurasi EMA maupun EMB, dirangkum pada Tabel 4 berikut. Dari hasil simulasi dan pengukuran, keduanya menunjukkan *gain* dan *bandwidth* untuk konfigurasi EMA lebih baik daripada EMB. Jika dilihat dari pola yang dihasilkan, keduanya menghasilkan pola radiasi omnidireksional pada bidang *azimuth* dan pola bidireksional pada bidang elevasi. Jika dibandingkan bentuk dan dimensi fisik, maka antenna EMA lebih melebar, sementara EMB lebih ramping. Pada simulasi maupun pengujian, *bandwidth* yang dihasilkan oleh antenna *printed monopole* memiliki *fractional bandwidth* lebih dari 20%, sehingga dapat dikembangkan untuk antenna *ultra wide band* pada penelitian-penelitian selanjutnya.

Perancangan Antena *Printed Monopole Patch* Elips dengan Konfigurasi EMA dan EMB
 untuk Pembaca RFID pada Frekuensi UHF
 Fransiska Melathi Cahyaningtyas, Eva Yovita Dwi Utami, Andreas Ardian Febrianto

Tabel 4. Perbandingan nilai parameter hasil simulasi dengan hasil pengujian antenna konfigurasi EMB.

Parameter	Konfigurasi EMA		Konfigurasi EMB		Spesifikasi
	Hasil Simulasi	Hasil Pengujian	Hasil Simulasi	Hasil Pengujian	
<i>Return Loss</i>	-41,056 dB	-43,912 dB	-48,044 dB	-32,409 dB	< -9,54 dB
VSWR	1,0179	1,013	1,008	1,049	≤ 2
<i>Bandwidth</i>	641,1 MHz	1,053 GHz	340,54 MHz	584 MHz	> 130 MHz
<i>Gain</i>	2,533 dB	6,41 dB	2,181 dB	6,2 dB	> 2 dB
Impedansi Antena	50,026 + j0,885 Ω	50,505 Ω + j4,930 mΩ	50,132 + j0,374 Ω	48,635 + j1,907 Ω	50 Ω
Pola Radiasi <i>Azimuth</i>	Omnidireksional	Omnidireksional	Omnidireksional	Omnidireksional	
Pola Radiasi Elevasi	Bidireksional	Bidireksional	Bidireksional	Bidireksional	

5. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, fabrikasi, dan pengujian antenna, dapat ditarik kesimpulan bahwa antenna *printed monopole patch* elips dengan konfigurasi EMA dan EMB yang dirancang dengan frekuensi kerja RFID pada pita UHF telah dapat direalisasikan. Hasil yang diperoleh dari pengujian antenna *printed monopole patch* elips dengan konfigurasi EMA untuk masing-masing parameter yaitu *return loss* = -43,912 dB, VSWR = 1,013, impedansi masukan = 50,505 Ω + j4,930 mΩ, *bandwidth* sebesar 1,053 GHz, dan *gain* = 6,41 dB. Sementara hasil pengujian antenna dengan konfigurasi EMB untuk masing-masing parameter yaitu *return loss* = -32,409 dB, VSWR = 1,049, impedansi masukan = 48,635 + j1,907 Ω, *bandwidth* sebesar 584 MHz, dan *gain* = 6,2 dB. Sementara, pola radiasi kedua konfigurasi antenna *printed monopole patch* elips dari hasil simulasi dan hasil pengujian menunjukkan pola radiasi omnidireksional pada bidang *azimuth* dan pola bidireksional pada bidang elevasi. Dari hasil simulasi dan pengujian antenna, didapatkan bahwa kinerja antenna *printed monopole patch* elips konfigurasi EMA lebih baik dibandingkan dengan antenna konfigurasi EMB. Dari hasil penelitian diketahui bahwa *printed monopole* memiliki keunggulan menghasilkan *bandwidth* yang lebar tanpa menambah luas antenna, sehingga pada penelitian yang akan datang, *printed monopole* akan dikembangkan lagi untuk perancangan antenna *ultra wide band*.

Daftar Pustaka

- [1] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- [2] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [3] G. Kumar and K. P. Ray, *Broadband Microstrip Antenna*. Boston: Artech House, Inc., pp. 362-373, 2003.
- [4] K. Finkenzeller, *RFID Handbook*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2010.
- [5] P. J. Sweeney II, *RFID for Dummies*. Canada: Wiley Publishing, Inc., h. 65-372, 2005.
- [6] H. L. Su, S. L. Chen, H. S. Huang, and C. Y. D. Sim, "An Ellipse-Shaped with Slanted Slot Circularly Polarized Monopole Antenna for UHF RFID Readers", *2017 IEEE Int. Symp. Antennas Propag. & USNC/URSI Nat. Radio Sci. Meeting*, pp. 2443 - 2444, Jul. 2017.
- [7] Departemen Komunikasi dan Informatika, Peraturan Direktur Jenderal Pos dan Telekomunikasi Nomor 221/DIRJEN/2007 tentang Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat *Radio Frequency Identification (RFID) Reader* pada Frekuensi 923-925 MHz.

- [8] A. Widiastri, "Rancang Bangun Antena untuk Aplikasi Cognitive Radio pada Alokasi Spektrum 1,8 GHz dan 2,35 GHz," Skripsi, Jakarta, Universitas Indonesia, 2011.
- [9] F. M. Cahyaningtyas dan E. Y. D. Utami, "Simulasi Perbandingan Konfigurasi Patch EMA dengan EMB pada Antena Mikrostrip Elips untuk Pembaca RFID Frekuensi UHF", *Jurnal Telematika*, vol. 14, no. 2, pp. 51-58, 2019.
- [10] T. Fujimoto, T. Ishikubo, and M. Takamura, "A Wideband Printed Elliptical Monopole Antenna for Circular Polarization," *IEICE Trans. Commun.*, vol. 100, no. 2, pp. 203–210, Jan. 2017.
- [11] R. Zaker and A. Abdipour, "A Very Compact Ultrawideband Printed Omnidirectional Monopole Antenna", *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 9, pp. 471-473, 2010.
- [12] S. M. Wentworth, *Fundamentals of Electromagnetic with Engineering Application*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [13] K. L. Wong, *Compact and Broadband Microstrip Antennas*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002.