



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. (0341) 554 166 Malang-65145

KODE  
PJ-01

**PENGESAHAN**  
**PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**NAMA** : Rr. Wahyu Dwi Ardhya Garini  
**NIM** : 0910630091 – 63  
**PROGRAM STUDI** : Teknik Telekomunikasi  
**JUDUL SKRIPSI** : Perancangan Antena Mikrostrip *Circular Patch* Dengan Slot *Egg* Untuk Aplikasi *Ultra-Wideband Radio Frequency Identification (UWB-RFID) Tag* Pada Frekuensi Kerja 2,4 GHz

**TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

Rudy Yuwono, ST., M.Sc  
NIP. 19710615 199802 1 003

M. Fauzan Edy Purnomo, ST.,MT.  
NIP. 19710609 200003 1 005

**Perancangan Antena Mikrostrip *Circular Patch* Dengan Slot *Egg* Untuk  
Aplikasi *Ultra-Wideband Radio Frequency Identification* (UWB RFID) Tag Pada  
Frekuensi Kerja 2,4 GHz**

**PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI**



Disusun Oleh :

**Rr. WAHYU DWI ARDHYA G.**

**NIM. 0910630091 - 63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2014**

# Perancangan Antena Mikrostrip *Circular Patch* Dengan Slot *Egg* Untuk Aplikasi *Ultra-Wideband Radio Frequency Identification (UWB RFID) Tag* Pada Frekuensi Kerja 2,4 GHz

Rr. Wahyu Dwi A, Rudy Yuwono, ST.,MSc, M. Fauzan Edy Purnomo,ST., MT  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail : ardhagarini.rr@gmail.com

**Abstrak** – Penelitian ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip *circular patch* untuk *radio frequency identification (RFID) tag* sehingga dapat beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. Teknologi RFID ini tidak dapat dipisahkan dari antena sebagai elemen penting dari aplikasi *radio frequency (RF)*. Antena mikrostrip *circular patch* dirancang dengan slot *egg* dan penambahan stub pada bidang *ground plane* untuk mendapatkan antena yang dapat bekerja pada *ultra wideband (UWB)*. Antena mikrostrip ini dirancang dengan menggunakan *feed line* sebagai metode pencatuannya. Dimensi antena mikrostrip diperoleh melalui perhitungan dan optimasi serta dilakukan simulasi dengan *software HFSS Ansoft™* versi 13. Fabrikasi antena mikrostrip ini menggunakan bahan Phenolic White Paper – FR2 dengan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ )= 4,5. Hasil pengukuran antena mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dan penambahan stub pada *ground plane* menunjukkan frekuensi kerja antena pada frekuensi 1700 – 2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 1000 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 0,45. Nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,35 dBi. Memiliki polarisasi elips dengan jenis polarisasi *bidirectional*.

**Kata Kunci:** Antena, RFID, Ultra Wideband, Slot Egg

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dewasa ini sangatlah pesat di seluruh dunia, terutama teknologi di bidang telekomunikasi nirkabel. Salah satu aplikasinya yang saat ini dalam pengembangan adalah *Ultra Wideband Radio Frequency Identification (UWB RFID)*. RFID merupakan sebuah alat untuk identifikasi data jarak jauh dengan menggunakan gelombang radio. Suatu antena dapat dikatakan sebagai antena *ultra wideband* apabila dapat menghasilkan *bandwidth* minimal 500 MHz atau lebih besar dari 0,2 *bandwidth* fraksionalnya seperti pada persamaan (1) [1]. Hal ini menjadi acuan yang digunakan untuk mengetahui konfigurasi tiap antena yang telah dirancang.

$$BW_{fractional} = 2 \times \left( \frac{f_h - f_l}{f_h + f_l} \right) \quad (1)$$

$f_h$  = frekuensi atas

$f_l$  = frekuensi bawah

penerapan *ultra wideband* pada suatu RFID, akan menyebabkan UWB RFID lebih unggul dalam pembacaan data yang lebih tahan terhadap gangguan logam serta jarak pembacaan data yang lebih jauh dibandingkan *narrowband* RFID.

RFID *tag* mirip dengan *barcode* yang melekat pada suatu objek yang menyimpan identifikasi data tertentu dari suatu objek. Antena merupakan salah satu komponen yang penting dalam RFID *tag* yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal informasi yang dipancarkan sebuah antena melalui gelombang radio. Dengan kata lain, antena berfungsi sebagai transduser yang mengubah energi listrik menjadi gelombang elektromagnetik ataupun sebaliknya.

Performansi antena yang baik menunjang kualitas sinyal yang akan dikirimkan. Pada UWB RFID *tag* ini, diperlukan sebuah antena yang relatif kecil, fleksibel dan mudah untuk mendapatkan performansi yang baik. Salah satu antena yang cocok untuk diterapkan dalam UWB RFID *tag* adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip yang diterapkan pada penulisan ini adalah antena mikrostrip *single patch* dengan dimensi elemen peradiasi berbentuk *circular patch* dengan slot *egg* pada *ground plane* untuk untuk mendapatkan performansi antena yang bekerja pada *ultra wideband* dengan frekuensi kerja yang direncanakan beroperasi pada frekuensi gelombang mikro yaitu 2,4 GHz serta menganalisis pengaruh penambahan stub pada *ground plane* terhadap performansi antena. Analisis dengan program simulator antena yaitu *Ansoft HFSS™* versi 13 akan dilakukan sebelum melakukan fabrikasi dan pengukuran kinerja antena. Perancangan dan pembuatan antena mikrostrip dengan slot *egg* ini menggunakan substrat FR2 dengan frekuensi kerja yang direncanakan adalah 1700 – 2700 MHz.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang terdiri dari *patch* logam (konduktor) yang diletakkan pada bidang tanah (*ground plane*) yang terdapat substrat dielektrik diantaranya [2].

### 2.2 Perencanaan Dimensi Antena

Dalam penelitian ini, *patch* yang digunakan adalah *circular patch* dimana radius elemen peradiasi didapatkan melalui persamaan [2]:

$$a = \frac{F}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[ \ln \left( \frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} \quad (2)$$

$a$  = dimensi radius *circular patch* (cm)

$h$  = ketebalan substrat (m)

$\epsilon_r$  = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)  
 $F$  = fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi  
 Sedangkan fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi ditentukan dengan persamaan

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

$F$  = fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi  
 $f_r$  = frekuensi kerja pada antenna (Hz)  
 $\epsilon_r$  = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

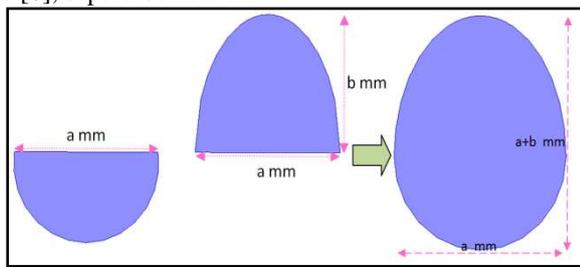
Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antenna mikrostrip diberikan melalui persamaan [6]:

$$L_g = 6h + 2R \quad (4)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2}R \quad (5)$$

$h$  = ketebalan substrat (mm)  
 $R$  = jari-jari *circular patch* (mm)  
 $L_g$  = panjang minimum *ground plane* (mm)  
 $W_g$  = lebar minimum *ground plane* (mm)

Slot *egg* terbentuk dari setengah lingkaran dengan diameter  $a$  dan setengah elips dengan diameter sekunder  $2b$  [6], seperti berikut ini



Gambar 1. struktur dasar antenna slot *egg*  
 Sumber: Perancangan

Bentuk desain yang melengkapi antenna mikrostrip berupa saluran transmisi, saluran penyesuaian impedansi, jarak antar elemen peradiasi, panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip mengacu pada sumber [2][3].

Spesifikasi substrat dan bahan konduktor yang digunakan dalam perancangan antenna mikrostrip adalah sebagai berikut :

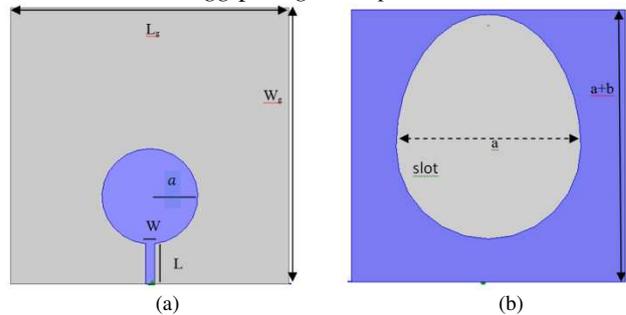
- Bahan dielektrik : *Phenolic White Paper* – FR 2  
 Konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) = 4,5  
 Ketebalan dielektrik ( $h$ ) = 1,9 mm  
 Loss tangent ( $\tan \delta$ ) = 0,02
- Bahan pelapis substrat (konduktor) tembaga:  
 Ketebalan bahan konduktor ( $t$ ) = 0,0001 m  
 Konduktifitas tembaga ( $\sigma$ ) =  $5,80 \times 10^7$  mho  $m^{-1}$   
 Impedansi karakteristik saluran = 50  $\Omega$

### 2.3 Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi maka terlebih dahulu frekuensi kerja yang direncanakan beroperasi pada frekuensi gelombang mikro yaitu 2,4 GHz, kemudian dihitung besarnya radius ( $a$ ) elemen peradiasi antenna mikrostrip dengan persamaan (1) dan (2) beserta spesifikasi bahan mikrostrip diperoleh ; untuk  $f = 2,4$  GHz; nilai fungsi logaritmik  $F = 1,7267$  dan radius patch = 17,25 mm. Lebar saluran transmisi mikrostrip

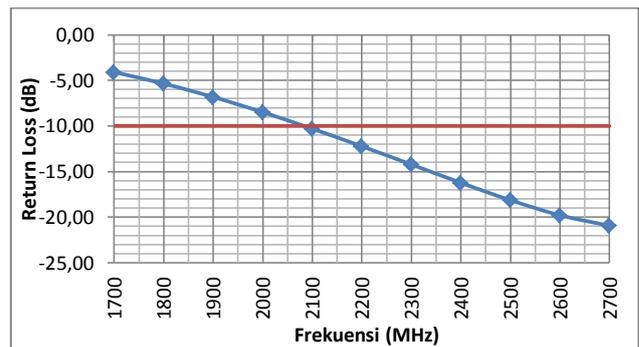
( $W$ ) untuk impedansi 50  $\Omega$  yaitu 3,217 mm, panjang ( $L_t$ ) saluran transformer adalah  $0,25 \lambda_d$ , dimana nilai  $\lambda_d$  Untuk frekuensi 2,4 GHz adalah 0,0589 m dan  $L = 0,25 \lambda_d = 14,7$  mm. Dimensi panjang minimal *ground plane* ( $L_g$ ) = 45,9 mm dan lebar minimum *ground plane* ( $W_g$ ) = 38,4 mm.

Untuk meningkatkan performansi dan *bandwidth* antenna maka dalam perancangan antenna mikrostrip ini ditambahkan slot *egg* pada *ground plane*.

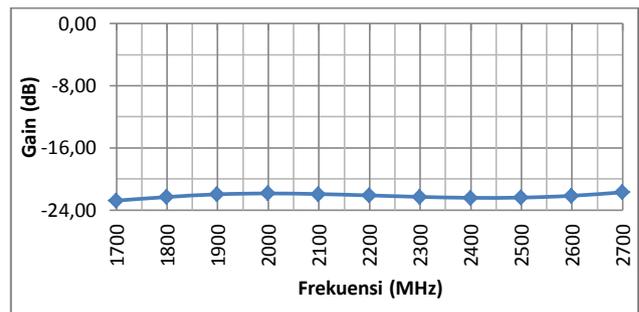


Gambar 2. Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* (sebelum Optimasi)  
 (a) tampak depan (b) tampak belakang  
 Sumber: Perencanaan

Setelah disimulasi, antenna mikrostrip menunjukkan hasil sebagai berikut



Grafik 1. Grafik RL terhadap frekuensi (sebelum dioptimasi)



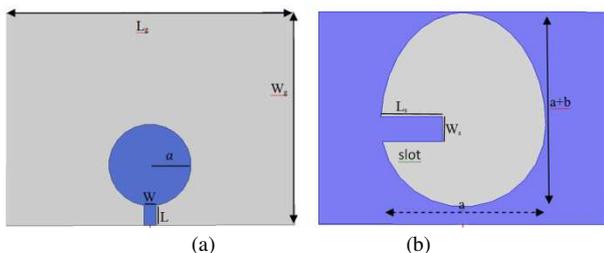
Grafik 2. Grafik *gain* terhadap frekuensi pada antenna (sebelum dioptimasi)

Hasil simulasi *return loss* antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* terhadap frekuensi antenna, menunjukkan bahwa antenna belum memenuhi parameter antenna yang direncanakan karena nilai *return loss*  $\leq -10$  dB pada frekuensi 2087 – 2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 613 MHz. Sedangkan nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -22,43 dBi

### 2.4 Optimasi antenna mikrostrip

Hasil simulasi pada grafik 1, menunjukkan rentang

frekuensi yang berada pada  $Return Loss \leq -10$  dB terdapat pada frekuensi 2087 – 2700 GHz. Sedangkan gain antenna masih negatif dengan gain pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -17,40 dB. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna memiliki gain yang rendah pada frekuensi 2,4 GHz, sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Optimasi dilakukan dengan mengubah-ubah jari-jari *patch*, panjang saluran transmisi, dimensi slot *egg* dan *ground plane*, serta menambahkan stub pada *ground plane*. Hasil akhir geometri dan dimensi elemen peradiasi, saluran transmisi, slot *egg* setelah optimasi ditunjukkan pada tabel berikut ini.



Gambar 3. Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dengan stub pada *ground plane* (setelah Optimasi)  
(a) tampak depan (b) tampak belakang  
Sumber: Perencanaan

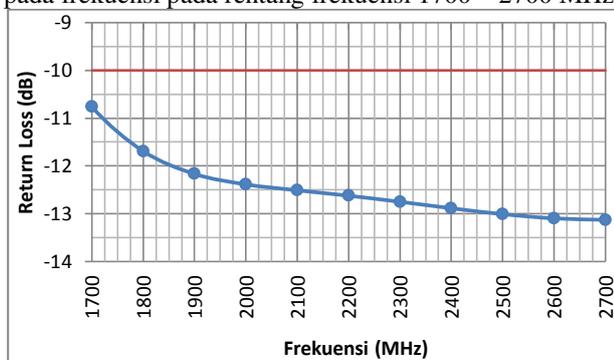
Tabel 1  
Tabel Dimensi Antena Setelah Optimasi

Variabel	Dimensi (mm)
<i>a</i>	10
<i>L</i>	5
<i>W</i>	3,217
<i>h</i>	1,9
<i>L<sub>g</sub></i>	70
<i>W<sub>g</sub></i>	52
<i>a</i>	40
<i>b</i>	27,5
<i>L<sub>s</sub></i>	14,5
<i>W<sub>s</sub></i>	6

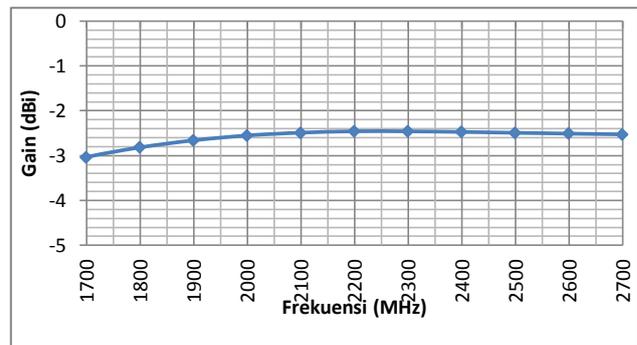
Sumber: perancangan

Hasil simulasi antenna *circular patch* dengan slot *egg* yang telah dioptimasi dengan penambahan stub pada *ground plane* adalah sebagai berikut.

Rentang frekuensi hasil simulasi antenna yang telah di optimasi dalam grafik 3, menunjukkan rentang frekuensi yang berada pada  $Return Loss \leq -10$  dB terdapat pada frekuensi pada rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz.



Grafik 3. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi pada antenna (setelah dioptimasi)



Grafik 4. Nilai *gain* terhadap frekuensi pada antenna (setelah optimasi)

Nilai *gain* antenna yang telah dioptimasi dalam grafik 4, menunjukkan bahwa gain antenna pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -2,47 dBi

Untuk mengetahui pengaruh dimensi stub pada *ground plane* terhadap performansi antenna yang telah dirancang, maka dimensi stub divariasikan dengan:

- panjang tetap, lebar berubah
- lebar tetap, panjang berubah

Tabel 2  
Variasi dimensi stub pada *ground plane* dengan panjang stub tetap

Lebar stub	Band-width (MHz)	Band-width fraksional	Gain pada frekuensi 2,4 GHz (dBi)	Polarisasi	Pola radiasi
Berkurang	992	0,45	-2,55	elips	<i>Bidirectional</i>
Bertambah	1000	0,45	-2,17	elips	<i>Bidirectional</i>

Sumber: hasil simulasi

Berdasarkan tabel 2 di atas, dengan bertambahnya lebar stub, *gain* memiliki nilai semakin meningkat menjadi -2,17 dBi dengan *bandwidth* 1000 MHz pada rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar

Tabel 3  
Variasi dimensi stub pada *ground plane* dengan lebar stub tetap

Panjang stub	Band-width (MHz)	Band-width fraksional	Gain pada frekuensi 2,4 GHz (dBi)	Polarisasi	Pola radiasi
Berkurang	877	0,39	-2,84	elips	<i>Bidirectional</i>
Bertambah	1000	0,45	-2,29	elips	<i>Bidirectional</i>

Sumber: hasil simulasi

Berdasarkan tabel 3, dengan bertambahnya panjang stub, nilai *gain* semakin besar menjadi -2,29 dBi dengan *bandwidth* 1000 MHz pada rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz.

Untuk mengetahui pengaruh letak stub terhadap *ground plane*, variasi selanjutnya dilakukan dengan merubah letak stub terhadap *ground plane*. Nilai *P* positif menunjukkan bahwa stub digeser ke atas dan nilai negatif menunjukkan bahwa stub digeser ke arah bawah dalam dimensi mm. Penempatan stub awal pada *ground plane*

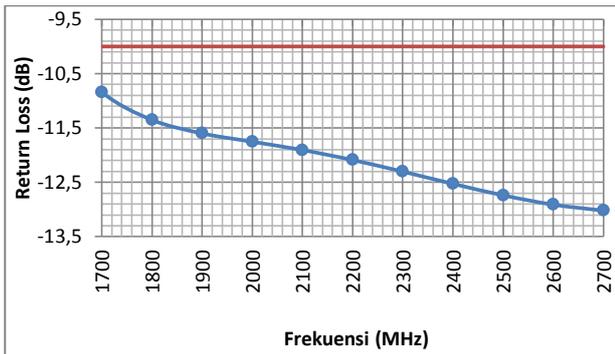
terletak pada jarak 23 mm terhadap bidang vertikal antenna.

Tabel 4  
Variasi letak stub pada *ground plane* antenna

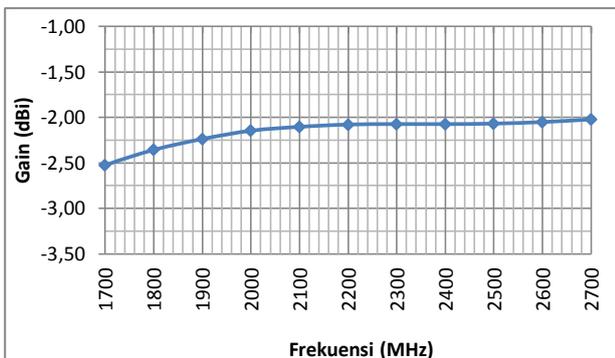
P (mm)	Bandwidth (MHz)	Bandwidth fraksional	Gain pada frekuensi 2,4 GHz (dBi)	Polarisasi	Pola radiasi
1	900	0,45	-2,80	elips	<i>Bidirectional</i>
2	923	0,41	-3,42	elips	<i>Bidirectional</i>
-1	1000	0,45	-2,07	elips	<i>Bidirectional</i>
-2	1000	0,45	-2,15	elips	<i>Bidirectional</i>

Sumber: hasil simulasi

Berdasarkan tabel 4, semakin naik letak stub, maka nilai *bandwidth* dan *gain* semakin kecil. Hasil simulasi dari variasi letak stub didapatkan bahwa antenna dengan letak stub yang dikurangi 1 mm dari letak awal memiliki konfigurasi terbaik dengan *bandwidth* sebesar 1000 MHz dengan dengan *bandwidth* fraksional sebesar 0,45 dan *gain* pada 2,4 GHz sebesar -2,07 dBi. Oleh karena *gain* yang didapatkan saat variabel diturunkan 1 mm terhadap jarak semula, maka performansi antenna tersebut yang akan difabrikasikan.



Grafik 5. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi pada antenna antenna (setelah letak stub divariasikan )



Grafik 6. Nilai *gain* terhadap frekuensi pada antenna (setelah letak stub divariasikan )

2.5 Perbandingan hasil simulasi antenna mikrostrip *circular patch* tanpa slot *egg*, dengan slot *egg* dan antenna yang telah dioptimasi dengan penambahan stub

Berikut ini adalah tabel perbandingan performansi parameter antenna pada simulasi antenna mikrostrip tanpa slot *egg*, dengan slot *egg* serta yang telah dioptimasi dengan stub.

Tabel 5  
Tabel Perbandingan parameter antenna mikrostrip *circular patch*

Antena mikrostrip <i>circular patch</i>	Bandwidth (MHz)	Bandwidth fraksional	Gain pada frekuensi 2,4 GHz (dBi)	Polarisasi	Pola radiasi
Tanpa slot	0	0	-5,55	elips	<i>directional</i>
Dengan slot <i>egg</i>	631	0,25	-22,43	elips	<i>Bidirectional</i>
Dengan slot <i>egg</i> dan stub	1000	0,45	-2,07	elips	<i>Bidirectional</i>

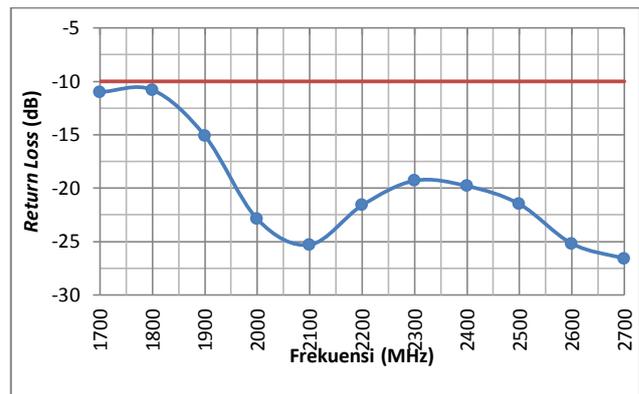
Sumber: hasil simulasi

Berdasarkan tabel 5, terlihat bahwa antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dan penambahan stub pada *ground plane* menyebabkan peningkatan *bandwidth* menjadi 1000 MHz dan *bandwidth* fraksional antenna menjadi 0,45. Selain itu, nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz mengalami peningkatan menjadi -2,07 dBi.

### III. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

3.1 Pengujian Parameter Antenna Mikrostrip *Circular Patch* dengan Slot *egg*

Berdasarkan hasil pengukuran, antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dan penambahan stub pada *ground plane* memiliki *bandwidth* sebesar 1000 MHz.

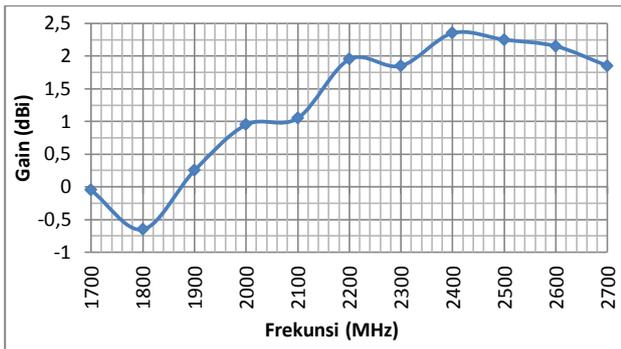


Grafik 7. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi  
Sumber: Hasil pengujian

Dalam grafik 7, terlihat bahwa rentang frekuensi dengan nilai *return loss*  $\leq -10$  dB terdapat pada rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz dengan *bandwidth* fraksionalnya sebesar 0,45.

Hasil pengujian *gain* antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dan penambahan stub pada *ground*

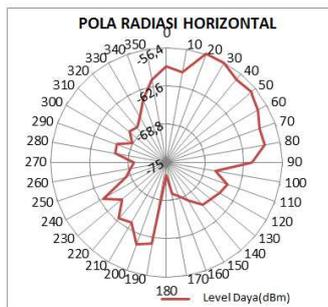
plane dengan rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz ditunjukkan dalam grafik 8.



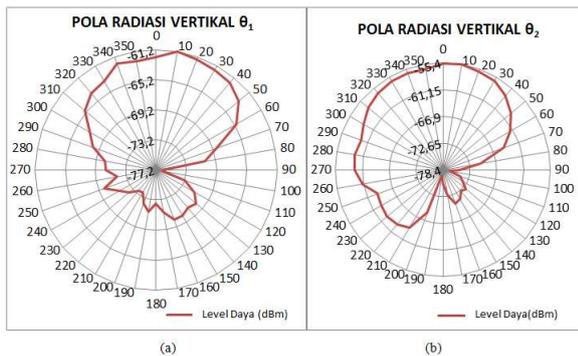
Grafik 8. Nilai gain terhadap frekuensi. Sumber: Hasil pengujian

Hasil pengukuran gain dalam menunjukkan antenna memiliki nilai gain dengan rata-rata sebesar 1,27 dBi dengan gain pada frekuensi 2400 MHz sebesar 2,35 dBi

Pola radiasi yang diuji yaitu pola radiasi horizontal dan pola radiasi vertikal pada frekuensi 2400 MHz. Pola radiasi antenna mikrostrip dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 4. Diagram Polar Pola Radiasi Horizontal Antena Hasil Pengujian. Sumber: Pengujian



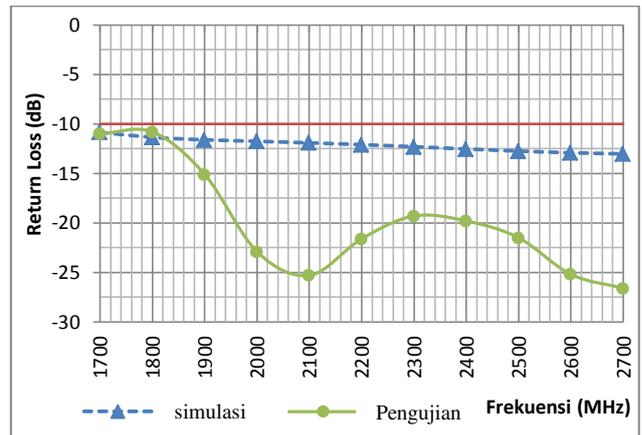
Gambar 5. Diagram Polar Pola Radiasi Vertikal Antena Hasil Pengujian (a) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_1$ , (b) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_2$  Sumber: Pengujian

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian, dapat digambarkan bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan dalam bentuk diagram polar. Gambar di atas merupakan diagram polar pola radiasi antenna uji pada frekuensi 2400 MHz. Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan adalah *bidirectional*. Hal ini berarti bahwa antenna memiliki intensitas radiasi maksimum pada dua arah.

Jenis polarisasi hasil simulasi dapat dilihat dari nilai *axial ratio* (AR) antenna pada frekuensi 2400 MHz yaitu 26,28 dB yang berarti antenna memiliki jenis polarisasi elips karena nilai *axial ratio* berada pada rentang  $0 \leq AR \leq \infty$  dB.

### 3.2 Analisis Perbandingan Parameter Antena Hasil Simulasi dan Hasil Pengujian

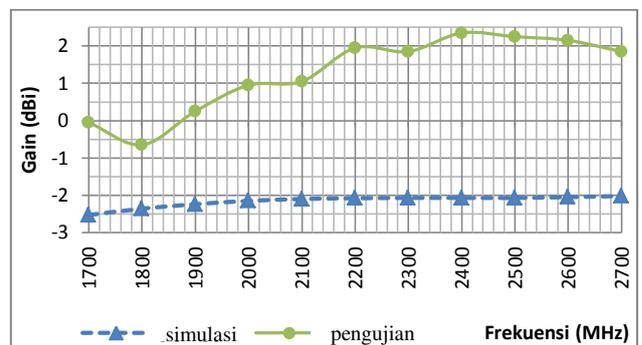
Berikut ini adalah grafik perbandingan nilai *return loss* hasil simulasi dan pengujian



Grafik 9. Grafik Return Loss Antena Hasil Simulasi dan Pengujian Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

Grafik di atas menunjukkan perbandingan antara *return loss* hasil simulasi dan pengukuran. Terdapat perbedaan nilai *return loss* yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengukuran. Meskipun begitu, hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan rentang frekuensi 1700 – 2700 MHz berada pada *return loss*  $\leq -10$  dB sehingga dapat dikatakan bahwa antenna dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi tersebut.

Dengan demikian, antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dan penambahan stub pada *ground plane* terbukti dapat bekerja pada frekuensi yang direncanakan dan telah memenuhi syarat antenna *ultra wideband* karena telah memiliki *bandwidth* fraksional lebih dari 0,2.

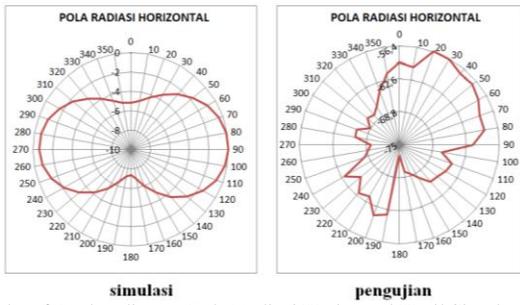


Grafik 10. Grafik Gain Antena Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

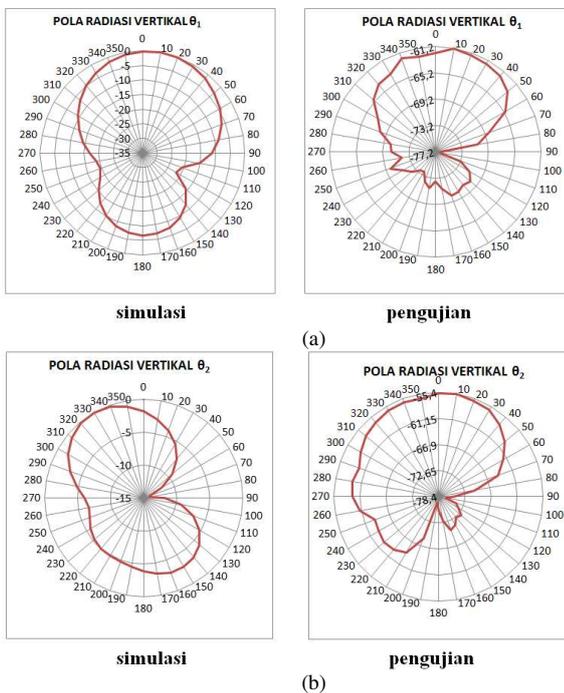
Nilai *gain* hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan perbedaan. Nilai *gain* hasil pengukuran memiliki *gain* pada frekuensi 2400 MHz sebesar 2,35 dBi dengan pengukuran *gain* menggunakan antenna referensi yaitu antenna *dipole*  $\lambda/2$  dengan nilai *gain* standar 2,15 dBi.

Berikut ini adalah perbandingan pola radiasi antenna hasil simulasi dan pengujian



Gambar 6. Perbandingan Pola Radiasi Horizontal Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Simulasi dan Pengujian



Gambar 7. Perbandingan Pola Radiasi Vertikal Hasil Simulasi dan Pengujian

(a) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_1$ , (b) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_2$   
 Sumber : Simulasi dan Pengujian

Diagram polar di atas menunjukkan bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil simulasi dan pola radiasi tidak sama persis, pola radiasi pada simulasi, menunjukkan antenna memiliki pola radiasi *bidirectional*, sedangkan pada pengujian, antenna memiliki pola radiasi *bidirectional*.

Berdasarkan data hasil pengukuran polarisasi yang dikonversi ke bentuk diagram polar, dapat diketahui bentuk polarisasi antenna yang diuji. Diagram polar hasil pengujian menunjukkan bahwa antenna memiliki polarisasi elips. Sedangkan hasil simulasi antenna menunjukkan pada frekuensi 2400 MHz, diperoleh nilai *axial ratio* hasil simulasi sebesar 26,28 dB yang menandakan bahwa polarisasi antenna hasil simulasi berbentuk elips. Berdasarkan hasil simulasi dan pengujian diperoleh bahwa antenna memiliki polarisasi elips dengan nilai *axial ratio* yang berada pada rentang  $0 \leq AR \leq \infty$  dB.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, pengukuran, serta analisis parameter-parameter antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Antena mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* menunjukkan performansi antenna dengan frekuensi kerja pada 2087 – 2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 613 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 0,25. Nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz sebesar - 22,43 dBi dengan pola radiasi *bidirectional* dan polarisasi elips.
2. Setelah dioptimasi, performansi antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* dengan penambahan stub pada bidang *ground plane* menunjukkan performansi yang baik pada frekuensi kerja 1700-2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 1000 Mhz, dan *bandwidth* fraksional sebesar 0,45. Nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,35 dBi, pola radiasi *bidirectional*, dan polarisasi elips.
3. Variasi dimensi dan letak stub pada antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* menunjukkan bahwa variasi dimensi dan letak stub berpengaruh terhadap *bandwidth* dan *gain* antenna tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap jenis pola radiasi dan polarisasi yang dihasilkan antenna.
4. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa ketika slot *egg* diaplikasikan pada antenna mikrostrip *circular patch*, antenna memenuhi syarat antenna untuk bekerja pada teknologi *ultra wideband*. Dan penambahan stub pada *ground plane* dapat meningkatkan nilai *gain* antenna.

### 4.2 Saran

1. Karena keterbatasan alat, pengukuran hanya dapat dilakukan hingga frekuensi maksimal 2700 MHz. Oleh karena itu, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan pengukuran antenna mikrostrip *circular patch* dengan slot *egg* pada frekuensi yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui frekuensi kerja antenna yang lebih akurat
2. Peletakkan stub pada slot antenna dapat divariasikan dengan bentuk slot yang lain dengan dimensi yang berbeda pula sehingga dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh stub pada bentuk antenna yang lain.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Arslan, H., Zhi Ning Chen, and M.G Di Benedetto, 2006. *Ultra Wideband Wireless Communication*, John Wiley and Sons Inc,
- [2] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition*. John Wiley and Sons, Inc.,
- [3] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. New York : McGraw-Hill International.

- [4] Nekoogar, Faranak. 2011 *Ultra-Wideband Radio Frequency Identification System*. New York : Springer media.
- [5] Yuwono Rudy. “Unjuk Kerja Antena UWB Egg Berdasarkan Dimensinya” Jurnal EECCIS Vol IV, no 2, Desember 2010
- [6] Karmakar, Nemai Chandra. 2010. *Handbook of Smart Antena for RFID System*. New Jersey : John Wiley and Sons, Inc.
- [7] Nakar, Punit S. 2004. *Design of a Compact Microstrip Patch Antena for use in Nirkabel/Cellular Devices*. Thesis, The Florida State University.
- [8] Ronald, Joseph. 2011. *Studies on Circular Polarized Broadband Slot Antenna*. Thesis. Kumamoto University,
- [9] Wong, Kin-Lu. 2002. *Compact and Broadband Microstrip Antennas*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

