



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 : Silvi Aisyah Dita Permata
NIM : 0910631005 – 63
PROGRAM STUDI : Teknik Telekomunikasi
JUDUL SKRIPSI : Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip *Rugby Ball* Dengan Slot Lingkaran Pada Frekuensi *Ultra Wideband* (UWB)

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH :

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Ir. Erfan Achmad Dahlan, MT
NIP. 19530704 198203 1 003

**Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip *Rugby Ball* Dengan Slot
Lingkaran Pada Frekuensi *Ultra Wideband* (UWB)**

PUBLIKASI JURNAL SKRIPSI



Disusun Oleh :
SILVI AISIYAH DITA PERMATA
NIM. 0910631005 - 63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2014

Perancangan Dan Pembuatan Antena Mikrostrip *Rugby Ball* Dengan Slot Lingkaran Pada Frekuensi Ultra Wideband (UWB)

Silvi Aisyah Dita P, Rudy Yuwono, ST.,MSc, Erfan Achmad Dahlan,Ir, MT
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail : silvi.dita26@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran sehingga dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband* (UWB). Konsep UWB yang ditemukan dalam perancangan antena, ditujukan agar satu antena dengan *bandwidth* yang lebar dapat diaplikasikan pada banyak sistem komunikasi dengan alokasi frekuensi yang berbeda tiap aplikasinya. Antena mikrostrip ini dirancang dengan menggunakan *inset feed line* sebagai metode pencatuananya. Dimensi antena mikrostrip diperoleh melalui perhitungan dan optimasi serta dilakukan simulasi. Fabrikasi antena mikrostrip ini menggunakan bahan *Epoxy Fiberglass* – FR4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r)= 4,5. Hasil pengukuran antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran menunjukkan bahwa antena tersebut dapat bekerja pada frekuensi 1500 – 2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 1200 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 57,14%. Nilai *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 2,5 GHz sebesar 6,15 dBi. Memiliki polarisasi elips dengan jenis pola radiasi *bidirectional*.

Kata Kunci: Antena, Ultra Wideband, Rugby Ball

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi pada saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dari semakin meningkatnya kebutuhan untuk memperoleh informasi, baik informasi dalam bentuk suara, data, gambar, maupun video, dengan peralatan komunikasi yang dapat digunakan dimana saja dan kapan saja. Kemajuan teknologi yang paling berkembang saat ini adalah komunikasi nirkabel yang dapat mendukung terselenggaranya sistem telekomunikasi secara global. Salah satu permasalahan mendasar dalam teknologi nirkabel yang saat ini masih dicari jalan keluaranya adalah kebutuhan akan *bandwidth* yang lebar dengan kecepatan data yang tinggi. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengaplikasikan teknologi *ultra wideband* (UWB). UWB adalah sistem komunikasi jarak pendek yang mempunyai *bandwidth* lebar. Agar suatu sistem dapat dikategorikan sebagai komunikasi *ultra wideband* maka harus memenuhi syarat utama yaitu lebar *bandwidth* lebih besar dari 500 MHz, atau *bandwidth* fraksional lebih besar dari 20%. Nilai *bandwidth* fraksional diperoleh dari persamaan (1) [1]:

$$\text{Bandwidth Fraksional} = \left| \frac{2(fh - fl)}{fh + fl} \right| \times 100\% \quad (1)$$

dengan :

fh = frekuensi tertinggi (Hz)

fl = frekuensi terendah (Hz)

Konsep UWB yang ditemukan dalam perancangan antena, ditujukan agar satu antena dengan *bandwidth* yang lebar dapat diaplikasikan pada banyak sistem komunikasi dengan alokasi frekuensi yang berbeda tiap aplikasinya. Untuk menunjang kebutuhan tersebut diperlukan antena yang memiliki keunggulan terutama pada rancangan antenanya salah satunya dengan menggunakan antena mikrostrip.

Antena mikrostrip yang diterapkan pada penulisan ini adalah antena mikrostrip *single patch* dengan dimensi elemen peradiasi berbentuk *rugby ball* dengan slot lingkaran pada *ground plane* untuk mendapatkan performansi antena sehingga dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband* (UWB) serta menganalisis pengaruh bentuk slot lingkaran pada *ground plane* terhadap performansi antena. Analisis dengan program simulator akan dilakukan sebelum melakukan fabrikasi dan pengukuran kinerja antena. Perancangan dan pembuatan antena mikrostrip dengan slot lingkaran ini menggunakan substrat FR4 dengan frekuensi kerja yang direncanakan adalah 1500 – 2700 MHz.

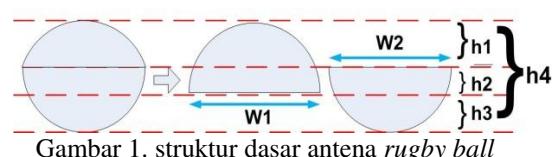
II. TINJAUAN PUSTAKA

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 [1].

2.2 Perencanaan Dimensi Antena

Dalam penelitian ini, patch yang digunakan adalah *rugby ball*. *Rugby ball* terbentuk dari dua buah setengah lingkaran yang memiliki diameter yang berbeda. Untuk lingkaran kecil bagian bawah memiliki diameter 135 mm ($r = 67.5$ mm) dan untuk lingkaran yang lebih besar memiliki diameter 144 mm ($r = 72$ mm). Sehingga perbandingannya adalah 47.5 : 24.5 : 43. Dimensi *rugby ball* sendiri dirancang berdasarkan perbandingan dasar dimensi asli antena *rugby ball*.



Gambar 1. struktur dasar antena *rugby ball*

Sumber: Perancangan

Dengan mengacu kepada gambar diatas dan berdasarkan ukuran dari struktur dasar antena *rugby ball*, bentuk *rugby ball* dapat dimodifikasi sesuai ukuran yang diinginkan berdasarkan perbandingan seperti pada persamaan di bawah ini [6]:

$$\frac{h_1}{47.5} = \frac{h_2}{24.5} = \frac{h_3}{43} = \frac{h_4}{115} = \frac{W_1}{144} = \frac{W_2}{135} \quad (2)$$

Dengan demikian, apabila nilai salah satu besaran sudah ditentukan, nilai besaran yang lain dapat diketahui dengan menggunakan metode perbandingan.

Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antena mikrostrip diberikan melalui persamaan [4]:

dengan :

$$L_g = 6h + 2R \quad (3)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2}R \quad (4)$$

h = ketebalan substrat (mm)

R = jari-jari *circular patch* (mm)

L_g = panjang minimum *ground plane* (mm)

W_g = lebar ninimum *ground plane* (mm)

Untuk menentukan radius slot lingkaran (a), terlebih dahulu harus ditentukan fungsi logaritmik F, yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

F = fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi

f_r = frekuensi kerja pada antena (Hz)

ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

Maka radius elemen peradiasi lingkaran (a) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [1]:

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} [\ln(\frac{\pi F}{2h}) + 1,7726]\right\}^{1/2}} \quad (6)$$

a = dimensi radius slot lingkaran (m)

h = ketebalan substrat (m)

ϵ_r = permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m)

F = fungsi logaritmik (F) dari elemen peradiasi

Bentuk desain yang melengkapi antena mikrostrip berupa saluran transmisi, saluran penyesuaian impedansi, jarak antar elemen peradiasi, panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip mengacu pada sumber [1][3].

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

- Bahan dielektrik : *Epoxy Fiberglass – FR 4*

Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,5

Ketebalan dielektrik (h) = 1,6 mm

Loss tangent ($\tan \delta$) = 0,018

- Bahan pelapis substrat (konduktor) tembaga:

Ketebalan bahan konduktor (t) = 0,0001 m

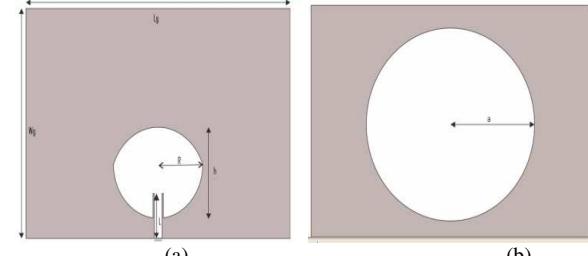
Konduktifitas tembaga(σ) = $5,80 \times 10^7$ mho m⁻¹

Impedansi karakteristik saluran = 50Ω

2.3 Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi maka terlebih dahulu harus menentukan frekuensi kerja yang direncanakan, beroperasi pada frekuensi gelombang mikro yaitu 2,1 GHz, kemudian dihitung besarnya radius patch elemen peradiasi antena mikrostrip dengan persamaan (2) beserta spesifikasi bahan mikrostrip diperoleh ; untuk $f = 2,1$ GHz; nilai fungsi logaritmik $F = 1,975$ dan radius slot = 19,75 mm. Lebar saluran transmisi mikrostrip (W) untuk impedansi 50Ω yaitu 2,75 mm, panjang (L_g) saluran transformer adalah $0,25 \lambda_d$, dimana nilai λ_d . Untuk frekuensi 2,1 GHz adalah 0,0675 m dan $L_g = 0,25 \lambda_d = 16,8$ mm. Dimensi panjang minimal *ground plane* (L_g) = 45,6 mm dan lebar minimum *ground plane* (W_g) = 37,86 mm.

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

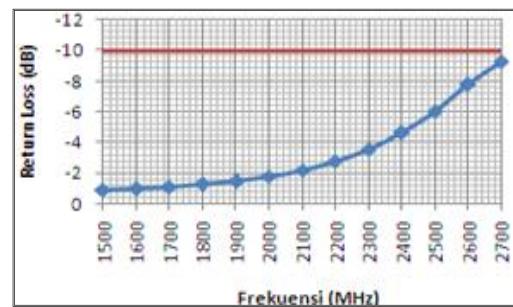


Gambar 2. Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran (sebelum Optimasi)

(a) tampak depan (b) tampak belakang

Sumber: Perencanaan

Setelah disimulasi, antena mikrostrip menunjukkan hasil sebagai berikut



Grafik 1. Grafik RL terhadap frekuensi (sebelum dioptimasi)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa hasil simulasi tidak memenuhi kriteria yang diinginkan sebab tidak ada frekuensi yang berada pada rentang $Return Loss \leq -10$ dB. Hasil simulasi menunjukkan antena belum memenuhi syarat perencanaan antena, yaitu bekerja pada rentang frekuensi 1500 – 2700 MHz, sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan.

2.4 Optimasi antena mikrostrip

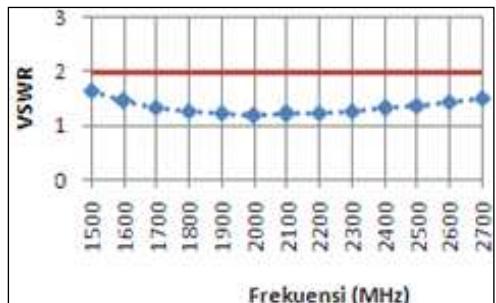
Hasil simulasi pada grafik 1, menunjukkan bahwa hasil simulas tidak memenuhi kriteria yang diinginkan sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Optimasi dilakukan dengan mengubah-ubah jari-jari *patch*, panjang saluran transmisi, dimensi slot lingkaran dan *ground plane*. Hasil akhir geometri dan dimensi elemen peradiasi, saluran transmisi, slot lingkaran setelah optimasi ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1
Tabel Dimensi Antena Setelah Optimasi

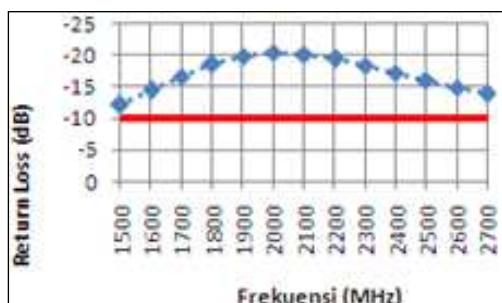
Variabel	Dimensi (mm)
R	16,875
h	28,75
L	14
Lg	100
Wg	72
h2	6,125
a	30

Sumber: perancangan

Hasil simulasi antena *rugby ball* dengan slot lingkaran yang telah dioptimasi pada *ground plane* adalah sebagai berikut.

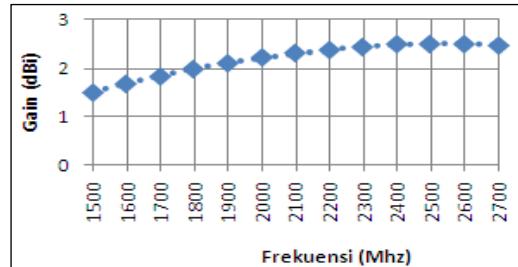


Grafik 2. Nilai VSWR terhadap frekuensi pada antena (setelah dioptimasi)



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

Berdasarkan frekuensi yang memiliki VSWR lebih kecil dari 2 dan return loss dibawah -10 dB pada hasil simulasi diatas, didapatkan bahwa antena dapat bekerja pada frekuensi 1500 – 2700 MHz. Hal ini berarti antena telah memenuhi syarat awal perancangan.



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

Hasil simulasi diatas menunjukkan antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran memiliki nilai gain yang cukup bagus dikarenakan nilainya bernilai positif dengan rata-rata gain sebesar 2,18 dBi.

2.5 Perbandingan Antena Mikrostrip *Rugby Ball* dengan Slot Lingkaran Terhadap Antena Mikrostrip Tanpa Slot

Tabel 2

Tabel Variasi betuk slot

Jenis slot	Band width (MHz)	Bandwidth fraksional	Gain maksimum (dBi)	Polarisasi	Pola radiasi
Tanpa slot	0	0	2,39	elips	Directive
Dengan slot lingkaran	1500-2700	57,14	2,5	elips	Bidirectional

Sumber: hasil simulas

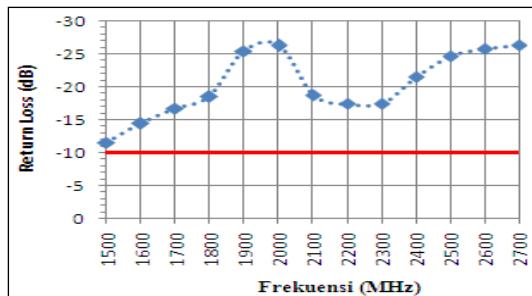
Tabel diatas menunjukkan penggunaan slot menghasilkan *bandwidth* dan *gain* yang berbeda. Total *bandwidth* dan *bandwidth* fraksional terbesar dihasilkan oleh antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran. *Gain* terbesar dihasilkan oleh antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran, meskipun selisih *gain* diantara slot lingkaran dan tanpa slot tidak terlalu jauh. Sedangkan penggunaan slot ternyata tidak mempengaruhi jenis polarisasi yang dihasilkan antena karena semua antena menghasilkan polarisasi yang sama yaitu polarisasi elips.

Hal ini membuktikan bahwa penggunaan slot, terutama slot lingkaran dapat meningkatkan *bandwidth* antena mikrostrip dengan signifikan sehingga antena mikrostrip dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband*. Lebih lanjut, slot lingkaran terbukti paling efektif jika digunakan sebagai antena *ultra wideband* sebab dengan dimensi yang sama *bandwidth* yang dihasilkan slot lingkaran jauh lebih besar dibandingkan *bandwidth* yang dihasilkan antena tanpa slot serta dapat menghasilkan *gain* yang cukup bagus.

III. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

3.1 Pengujian Parameter Antena Mikrostrip *Rugby Ball* dengan Slot Lingkaran

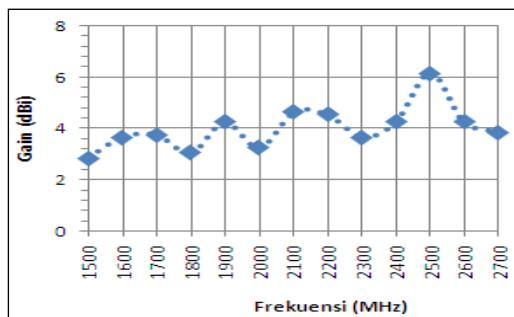
Berdasarkan hasil pengukuran, antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran memiliki *bandwidth* sebesar 1200 MHz.



Grafik 5. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi
Sumber: Hasil pengujian

Dalam grafik 5, terlihat bahwa rentang frekuensi dengan nilai *return loss* ≤ -10 dB terdapat pada rentang frekuensi 1500 – 2700 MHz dengan *bandwidth* fraksionalnya sebesar 57,14%.

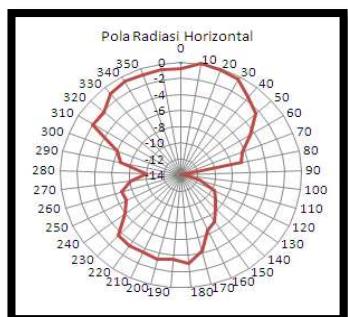
Hasil pengujian *gain* antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran pada rentang frekuensi 1500 – 2700 MHz ditunjukkan dalam grafik 6.



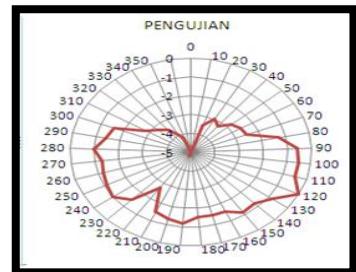
Grafik 6. Nilai *gain* terhadap frekuensi.
Sumber: Hasil pengujian

Hasil pengukuran *gain* diatas menunjukkan antena memiliki nilai *gain* yang cukup bagus dengan rata-rata sebesar 4,01 dBi. *Gain* terbesar yaitu 6,15 dBi pada frekuensi 2500 MHz sehingga polarisasi dan pola radiasi akan ditentukan berdasarkan jenis polarisasi dan pola radiasi pada frekuensi ini.

Pola radiasi yang yang diuji yaitu pola radiasi horizontal dan pola radiasi vertikal pada frekuensi 2500 MHz. Pola radiasi antena mikrostrip dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 3. Diagram Polar Pola Radiasi Horizontal Antena Hasil Pengujian. Sumber: Pengujian



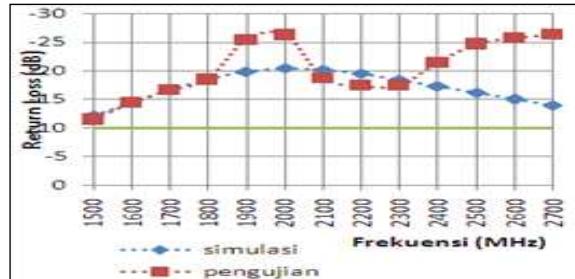
Gambar 4. Diagram Polar Pola Radiasi Vertikal Antena Hasil Pengujian
Sumber: Pengujian

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian, dapat digambarkan bentuk pola radiasi antena hasil perancangan dalam bentuk diagram polar. Gambar di atas merupakan diagram polar pola radiasi antena uji pada frekuensi 2500 MHz. Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antena hasil perancangan adalah *bidirectional*. Hal ini berarti bahwa antena memiliki intensitas radiasi maksimum pada dua arah.

Jenis polarisasi hasil simulasi dapat dilihat dari nilai *axial ratio* (AR) antena pada frekuensi 2500 MHz yaitu 25,41 dB yang berarti antena memiliki jenis polarisasi elips karena nilai *axial ratio* berada pada rentang $0 \leq \text{AR} \leq \infty$ dB.

3.2 Analisis Perbandingan Parameter Antena Hasil Simulasi dan Hasil Pengujian

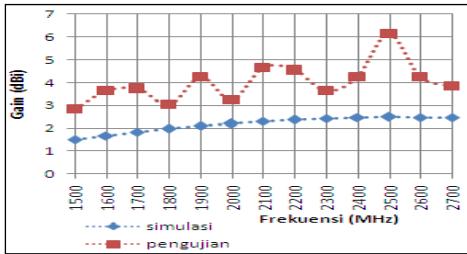
Berikut ini adalah grafik perbandingan nilai *return loss* hasil simulasi dan pengujian :



Grafik 7. 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 1500 – 2700 MHz berada pada *return loss* ≤ -10 dB sehingga dapat dikatakan bahwa antena dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi tersebut.

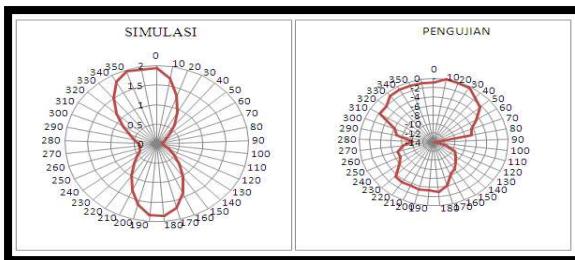
Dengan demikian, antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran pada *ground plane* terbukti dapat bekerja pada frekuensi yang direncanakan dan telah memenuhi syarat antena *ultra wideband* karena telah memiliki *bandwidth* fraksional lebih dari 0,2.



Grafik 8. Grafik Gain Antena Hasil Simulasi dan Pengujian

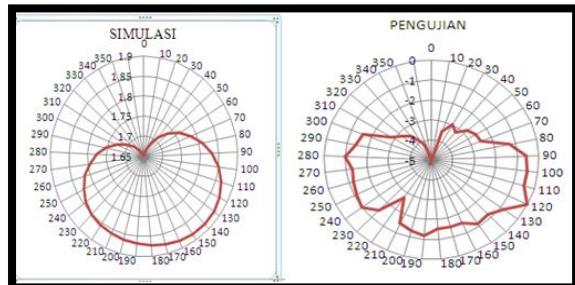
Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

Nilai *Gain* hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan perbedaan. Nilai *Gain* hasil pengukuran cenderung memiliki *Gain* yang lebih tinggi daripada hasil simulasi. Tetapi, hasil simulasi dan pengukuran memiliki frekuensi dengan nilai *Gain* maksimum yang sama yaitu pada frekuensi 2500 MHz. Berikut ini adalah perbandingan pola radiasi antena hasil simulasi dan pengujian :



Gambar 5. Perbandingan Pola Radiasi Horizontal Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Simulasi dan Pengujian



Gambar 6. Perbandingan Pola Radiasi Vertikal Hasil Simulasi dan Pengujian

Sumber : Simulasi dan Pengujian

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

Berdasarkan data hasil pengukuran polarisasi yang dikonversi ke bentuk diagram polar, dapat diketahui bentuk polarisasi antena yang diuji. Diagram polar hasil pengujian menunjukkan bahwa antena memiliki polarisasi elips. Sedangkan hasil simulasi antena menunjukkan pada frekuensi 2500 MHz, diperoleh nilai *axial ratio* hasil simulasi sebesar 25,41 dB yang menandakan bahwa polarisasi antena hasil simulasi berbentuk elips. Berdasarkan hasil simulasi dan pengujian diperoleh bahwa antena 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 antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan, antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran, yang terbuat dari bahan FR-4 dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,5, pada frekuensi 1500 – 2700 MHz, diperoleh dimensi elemen peradiasi antena adalah sebagai berikut :

Variabel	Dimensi (mm)
R	16,875
h	28,75
L	14
Lg	100
Wg	72
h2	6,125
a	30

2. Hasil simulasi perancangan dan pengukuran antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran pada frekuensi 1500-2700 MHz ditabelkan sebagai berikut:

Parameter Antena	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
	1500 - 2700	1500 - 2700
<i>Bandwidth</i>	Total Bandwidth (MHz)	1200
	Bandwidth Fraksional (%)	57,14
<i>Gain</i>	Frekuensi dengan <i>Gain</i> Maksimum (MHz)	2500
	Nilai <i>Gain</i> (dB)	2,5
Polarisasi	Elips	Elips
	Jenis Pola Radiasi	Bidireksional
Pola Radiasi		Bidireksional

3. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa ketika slot lingkaran diaplikasikan pada antena mikrostrip *rugby ball*, antena memenuhi syarat FCC untuk bekerja pada teknologi *ultra wideband*.

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 antena mikrostrip *rugby ball* dengan slot lingkaran pada frekuensi yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui frekuensi kerja antena yang lebih akurat
2. Dapat dilakukan optimasi lebih lanjut dengan kombinasi konfigurasi-konfigurasi lain agar didapatkan hasil yang lebih akurat dan optimal.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antenna Theory: Analysis and Design, 2nd Edition.* John Wiley and Sons, Inc.,
- [2] G. Breed. 2005. *A summary of FCC rules for ultra wideband communications*, High Freq. Electron., vol. 4, no. 1, pp.42 -44
- [3] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. New York : McGraw-Hill International.
- [4] Nakar, Punit S. 2004. *Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Nirkabel/Cellular Devices*. Thesis, The Florida State University.
- [5] Stutzman, Warren L. and G. A. Thiele. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Willey and Son, Inc. New York.
- [6] Yuwono, Rudy. 2005. *A NoveRugby ball Antenna for Ultra Wide Band Communication*. Jurnal Teknik FT Unibraw.ed. Agustus 2005