	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO Jalan MT Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145</p>	<p>KODE PJ-01</p>
---	---	------------------------------

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

NAMA : PRILLA AYU WENDARIA
NIM : 0910630084 - 63
PROGRAM STUDI : TEKNIK TELEKOMUNIKASI
**JUDUL SKRIPSI : PENGARUH SLOT *RUGBY BALL* TERHADAP ANTENA MIKROSTRIP
SEHINGGA DAPAT BEKERJA PADA *ULTRA WIDEBAND* (UWB)**

TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

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

**PENGARUH SLOT *RUGBY BALL* TERHADAP ANTENA MIKROSTRIP
SEHINGGA DAPAT BEKERJA PADA *ULTRA WIDEBAND* (UWB)**

Publikasi Jurnal Skripsi



Disusun Oleh :

PRILLA AYU WENDARIA

NIM : 0910630084 - 63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2013**

PENGARUH SLOT *RUGBY BALL* TERHADAP ANTENA MIKROSTRIP SEHINGGA DAPAT BEKERJA PADA *ULTRA WIDEBAND* (UWB)

Prilla Ayu Wendaria¹, Rudy Yuwono, ST., MSc.², M. Fauzan Edy Purnomo, ST., MT²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: prillawendaria@gmail.com

Abstract--- This paper discuss the effect of rugby ball slot on an annular ring microstrip antenna so that it can work on ultra wideband (UWB). It is designed by using feed line as the feeding mechanism. The dimensions of antenna obtained through calculation, optimization and simulation using HFSS software AnsoftTM version 13. Simulation results shows it works at frequency 700-2700 MHz with bandwidth of 2000 MHz and a fractional bandwidth of 117.64%, have an elliptical polarization, directional radiation pattern, and the value of the average gain of 4.14 dBi with a maximum gain of 7.89 dBi at 1700 MHz. Variations in the dimensions and location of the slot indicates that rugby ball slot affecting bandwidth and gain but have no effect for polarization and radiation pattern of antenna. Moreover, the comparison between the annular ring microstrip antenna without slot, with a square slot, and a circle slot shows that the rugby ball slot have the biggest bandwidth and fractional bandwidth.

Index Terms--- Ultra Wideband, Antenna, Microstrip, Annular Ring, Slot, Rugby ball.

Abstrak-- Penelitian ini membahas tentang pengaruh slot *rugby ball* pada antena mikrostrip *annular ring* sehingga dapat bekerja pada *ultra wideband* (UWB). Antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* ini dirancang dengan menggunakan *feed line* sebagai metode pencatuannya. Dimensi antena diperoleh melalui perhitungan dan optimasi serta dilakukan simulasi dengan menggunakan software *HFSS Ansoft*TM versi 13. Hasil simulasi antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* menunjukkan frekuensi kerja 700-2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 2000 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 117,64%, memiliki polarisasi elips, jenis pola radiasi direksional, dan nilai *gain* rata-rata sebesar 4,14 dBi dengan *gain* maksimum sebesar 7,89 dBi pada frekuensi 1700 MHz. Variasi dimensi dan letak slot menunjukkan bahwa slot *rugby ball* berpengaruh terhadap *bandwidth* dan *gain* tetapi tidak berpengaruh terhadap polarisasi dan pola radiasi

antena. Selain itu, dari perbandingan terhadap antena mikrostrip *annular ring* tanpa slot, dengan slot persegi, dan dengan slot lingkaran didapatkan bahwa antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* memiliki *bandwidth* dan *bandwidth* fraksional paling besar.

Kata kunci--- Ultra Wideband, Antena, Mikrostrip, Annular Ring, Slot, Rugby ball.

I. PENDAHULUAN

P erkembangan teknologi komunikasi di dunia, khususnya komunikasi nirkabel, menunjukkan kemajuan yang sangat pesat. Hal ini menyebabkan perangkat komunikasi dituntut untuk memiliki performansi yang lebih baik sehingga dapat mengimbangi kemajuan tersebut. Salah satu permasalahan mendasar dalam teknologi nirkabel yang masih dicari jalan keluarnya adalah kebutuhan akan kecepatan data yang tinggi dengan rentang *bandwidth* yang lebar.

Solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengaplikasikan teknologi *ultra wideband* (UWB). Teknologi *ultra wideband* (UWB) merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk aplikasi jaringan nirkabel dengan kecepatan data hingga 480 *Mbps* untuk jarak 2 meter dan 110 *Mbps* untuk jarak 10 meter. 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 [2]:

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

dengan:

fh = frekuensi tertinggi (Hz)

fl = frekuensi terendah (Hz)

Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang dapat digunakan untuk menerapkan teknologi *ultra wideband* sebab antena ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu rancangan antena yang tipis, kecil, ringan dan proses produksi yang cukup mudah. Namun antena mikrostrip standar memiliki kelemahan yaitu *bandwidth* yang sempit. Hal ini mengakibatkan syarat *ultra wideband* jelas tidak dapat terpenuhi. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan antena dengan *bandwidth* yang lebih lebar diantaranya dengan penambahan slot pada *ground plane* antena mikrostrip [9] atau mengaplikasikan bentuk *rugby ball* pada antena [11].

Antena yang dirancang pada skripsi ini akan menggabungkan hasil-hasil penelitian diatas sehingga diperoleh antena mikrostrip dengan penambahan slot *rugby ball* yang dapat bekerja pada *ultra wideband* serta membahas tentang analisis pengaruh penambahan slot *rugby ball* terhadap parameter antena mikrostrip. 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 *rugby ball* ini menggunakan substrat FR2 dengan frekuensi kerja yang direncanakan adalah 700 – 2700 MHz

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena yang terdiri atas elemen radiasi (konduktor) yang sangat tipis yang diletakkan di bidang tanah (*ground plane*), dimana antara bidang dengan elemen radiasi (konduktor) dipisahkan oleh substrat dielektrik [1].

B. Perencanaan Dimensi Antenna

Dalam penelitian ini *patch* yang digunakan adalah *annular ring*, dimana radius dimensi elemen peradiasi dapat didapatkan melalui persamaan [10]:

$$f_r = \frac{c}{\pi(R_1 + R_2)} \sqrt{\frac{1 + \epsilon_r}{2\epsilon_r}} \quad (2)$$

dengan:

f_r = frekuensi resonansi (Hz)

R_1 = radius lingkaran luar (m)

R_2 = radius lingkaran dalam (m)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

ϵ_r = konstanta dielektrik substrat (F/m)

h = tinggi bahan substrat (m)

Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antena mikrostrip dapat dicari melalui persamaan [7]:

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

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

dengan:

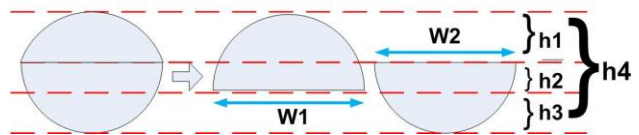
L_g = panjang sisi minimum *ground plane* (m)

W_g = lebar sisi minimum *ground plane* (m)

R = radius *patch* lingkaran (m)

h = ketebalan substrat (m)

Sedangkan slot *rugby ball* terbentuk dari dua buah setengah lingkaran dengan radius berbeda dan geometri tertentu berdasarkan perbandingan berikut ini [11]:



Gambar 1 Geometri Slot *Rugby ball*

sumber: perancangan

dimensi *rugby ball* didapatkan dari perbandingan dasar pada persamaan [11] :

$$\frac{h1}{47.5} = \frac{h2}{24.5} = \frac{h3}{43} = \frac{h4}{115} = \frac{W1}{144} = \frac{W2}{135} \quad (5)$$

Bentuk disain yang melengkapi struktur antena mikrostrip berupa saluran transmisi saluran penyesuai impedansi, jarak antar elemen peradiasi, panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip mengacu pada sumber [1][5].

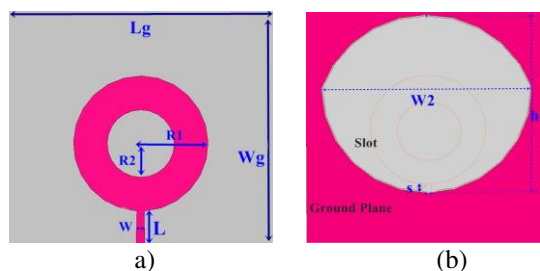
III. PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP ANNULAR RING DENGAN SLOT RUGBY BALL

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

- Bahan dielektrik : *Phenolic White Paper* – FR 2
 Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4.5
 Ketebalan dielektrik (h) = 0.0019 m = 1,9 mm
 Loss tangen ($\tan \delta$) = 0.02
- Bahan pelapis substrat (konduktor) : tembaga
 Ketebalan bahan konduktor (t) = 0.01 mm
 Konduktifitas tembaga (σ) = 5.80×10^7 mho m⁻¹
 Impedansi karakteristik saluran (Z_0) = 50 Ω

A. Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi

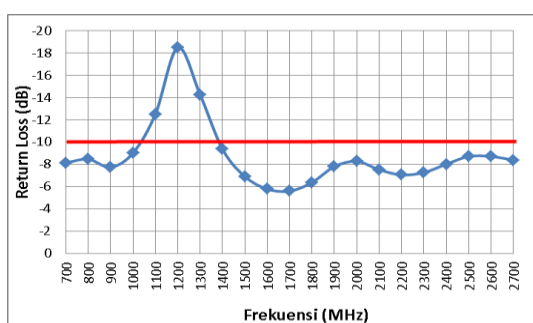
Sebelum menentukan dimensi elemen peradiasi maka terlebih dahulu harus direncanakan nilai frekuensi kerja (f) yaitu 700 - 2700 MHz, kemudian berdasarkan frekuensi tengahnya yaitu 1700 MHz dihitung besarnya radius (a) elemen peradiasi antenna mikrostrip dengan persamaan (1) beserta spesifikasi bahan mikrostrip diperoleh, untuk $f = 700$ -2700 MHz dan frekuensi tengah 1700 MHz; radius *patch* luar (R_1) = 29,2 mm, radius *patch* dalam (R_2) = 14,6 mm. Dimensi panjang minimal ground plane (L_g) = 71,4 mm dan lebar minimum ground plane (W_g) = 58,52 mm. Lebar saluran transmisi mikrostrip untuk impedansi 50 Ω yaitu 3 mm, panjang (L) saluran transformer adalah $0,25 \lambda_d$, dimana nilai λ_d Untuk frekuensi tengah 1700 MHz adalah 83,1 mm dan $L = 0,25 \lambda_d = 21$ mm.



Gambar 2 Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* (sebelum Optimasi)
 (a) tampak depan (b) tampak belakang
 Sumber: Perancangan

Untuk meningkatkan performansi dan *bandwidth* antenna maka dalam perancangan antenna mikrostrip ini ditambahkan slot *rugby ball* pada ground plane dengan dimensi sesuai dimensi asli antenna *rugby ball* [3] yaitu $W1 = 144$ mm, $W2 = 135$ mm, $h1 = 47,5$ mm, $h2 = 24,5$ mm, $h3 = 43$ mm, $h4 = 115$ mm dan jarak batas bawah slot dengan batas bawah *patch* (s) = 0 mm.

Setelah itu, dilakukan simulasi dengan menggunakan simulator *HFSS Ansoft*™ versi 13, dan didapatkan hasil simulasi seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 3 Grafik S_{11} terhadap frekuensi

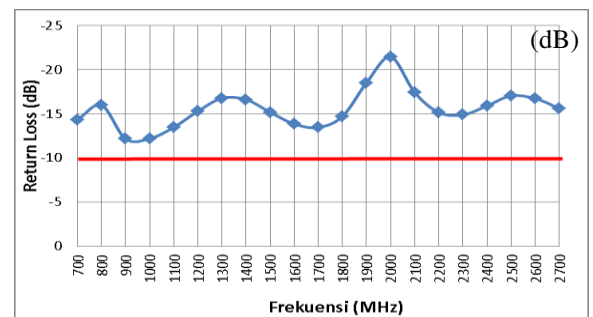
B. Optimasi Antena Mikrostrip

Hasil simulasi pada gambar 2 menunjukkan bahwa hasil simulasi tidak memenuhi kriteria yang diinginkan sebab rentang frekuensi yang berada pada Return Loss ≤ -10 dB hanya frekuensi 1000 – 1377 dan 2400 - 2700 MHz. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna belum memenuhi syarat perencanaan antenna, yaitu bekerja pada rentang frekuensi 700-2700 MHz sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan.. Optimasi dilakukan dengan mengubah-ubah jari-jari *patch*, panjang saluran transmisi, ukuran letak slot *rugby ball* dan letak slot *rugby ball*. Hasil akhir geometri dan dimensi elemen peradiasi, saluran transmisi, dan slot *rugby ball* setelah optimasi ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1

Dimensi Antena Setelah Optimasi	
Variabel	Dimensi (mm)
R_1	30
R_2	15
L	16
S	-2
$W1$	110,2
$W2$	103,2
$h1$	36,3375
$h2$	18,742
$h3$	32,895
$h4$	87,975

Sumber : Perancangan



Gambar 4 Grafik S_{11} terhadap frekuensi pada antenna yang sudah dioptimasi

Gambar 4 menunjukkan performansi S_{11} dari antenna yang teroptimasi, berdasarkan grafik, diperoleh nilai $S_{11} \leq -10$ dB berada pada frekuensi 700 – 2700 MHz. Selain itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan dimensi dan letak slot *rugby ball* berpengaruh terhadap *bandwidth*, *bandwidth* fraksional, dan gain yang dihasilkan antenna tetapi tidak berpengaruh terhadap jenis polarisasi dan pola radiasi antenna.

C. Perbandingan Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Annular Ring dengan Slot Rugby ball terhadap Antena Mikrostrip Annular Ring Tanpa Slot, dengan Slot Persegi dan dengan Slot Lingkaran

Tabel 2

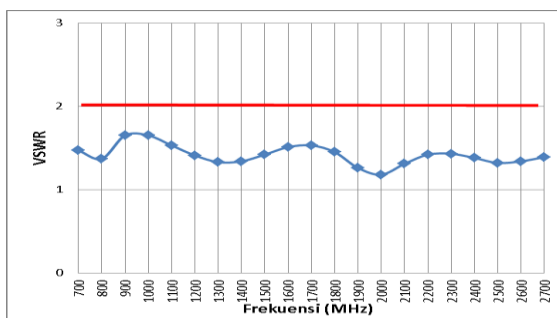
Perbandingan Parameter Antena dengan Slot yang Berbeda

Jenis Slot	Total Bandwidth (MHz)	Bandwidth Fraksional (%)	Gain Maks. (dBi)	Polarisasi	Pola Radiasi
Slot Rugby ball	2000	117,64	7,82	Elips	Direksional
Tanpa Slot	0	0	-1,49	Elips	Direksional
Slot Persegi	625	29,33	6,72	Elips	Direksional
Slot Lingkaran	1010	22,71	8,75	Elips	Direksional

Berdasarkan tabel di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa slot *rugby ball* menghasilkan *bandwidth* dan *bandwidth* fraksional paling besar, sedangkan *gain* maksimum terbesar dihasilkan oleh slot lingkaran, meskipun nilainya tidak jauh berbeda dengan *gain* yang dihasilkan slot *rugby ball*. Sedangkan jenis polarisasi dan pola radiasi yang dihasilkan keempat slot tersebut sama.

IV. ANALISIS

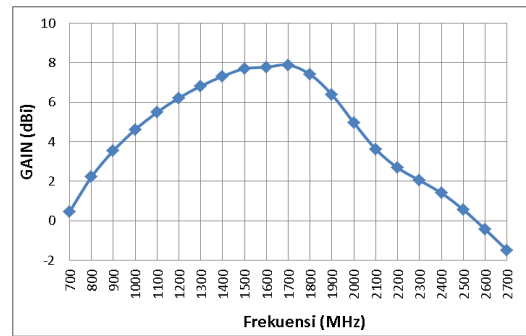
Berdasarkan hasil pengukuran, antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* ini bekerja secara maksimum pada frekuensi 700 - 2700 MHz.



Gambar 5 Grafik fungsi VSWR terhadap Frekuensi

Hal ini didapatkan dari rentang frekuensi yang memiliki nilai Return Loss ≤ -10 dB dan $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 dan 5 sehingga didapatkan *bandwidth* antena sebesar 2000 MHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 117,64%.

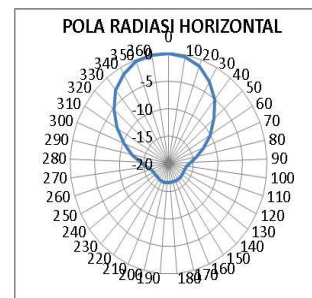
Sedangkan hasil simulasi *gain* pada frekuensi 700 - 2700 MHz ditunjukkan pada grafik dibawah ini.



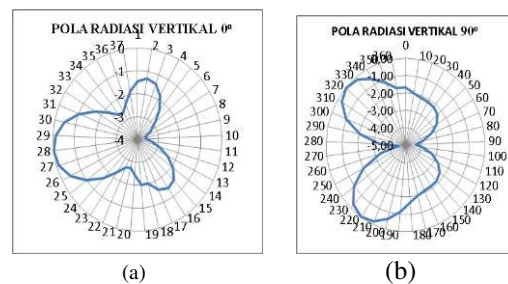
Gambar 6 Grafik fungsi Gain terhadap Frekuensi

Grafik di atas menunjukkan antena memiliki nilai *gain* maksimum pada frekuensi 1700 MHz dengan nilai 7,89 dBi dengan rata-rata gain sebesar 4,14 dBi.

Hasil pengukuran pola radiasi horizontal, vertikal θ_1 ($\theta=0^\circ$) dan vertikal θ_2 ($\theta=90^\circ$) antena uji pada frekuensi 1700 MHz ditunjukkan pada gambar 7 dan 8 Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antena hasil perancangan adalah direksional, yaitu memiliki intensitas radiasi maksimum pada arah tertentu.



Gambar 7 Pola Radiasi Horizontal Antena Hasil Simulasi



Gambar 8 Pola Radiasi Vertikal Antena Hasil

(a) Pola Radiasi Vertikal 0° , (b) Pola Radiasi Vertikal 90°

Jenis polarisasi hasil simulasi dapat dilihat dari nilai *axial ratio* (AR) antena pada frekuensi 1700 MHz yaitu 29,23 dB yang berarti antena memiliki jenis polarisasi elips karena nilai *axial ratio* berada pada rentang $0 \leq \text{AR} \leq \infty$ dB.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* yang dirancang menunjukkan performansi yang maksimal pada frekuensi 700-2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 2000 Mhz, *bandwidth* fraksional sebesar 117,64%, pola radiasi direksional, dan polarisasi elips, nilai *gain* rata-rata sebesar 4,14 dBi dan nilai *gain* maksimum pada 1700 MHz sebesar 7,89 dBi.
2. Variasi dimensi dan letak slot *rugby ball* pada antena mikrostrip *annular ring* menunjukkan bahwa slot *rugby ball* berpengaruh pada *bandwidth* dan *gain* antena tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap jenis pola radiasi dan polarisasi yang dihasilkan antena.
3. Ketika antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* dibandingkan terhadap antena mikrostrip *annular ring* tanpa slot, dengan slot persegi serta dengan slot lingkaran didapatkan bahwa slot *rugby ball* memiliki *bandwidth* dan *bandwidth* fraksional paling lebar.
4. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa penambahan slot *rugby ball* pada antena mikrostrip *annular ring* berpengaruh pada rentang frekuensi kerja dan *gain* antena tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap jenis pola radiasi dan polarisasi yang dihasilkan antena.

B. Saran

1. Karena keterbatasan alat pengukuran, pengukuran hanya dilakukan hingga frekuensi 2700 MHz. Oleh karena itu, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan pengukuran antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* pada frekuensi yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui frekuensi kerja antena secara pasti .

DAFTAR REFERENSI

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena 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] G. Debatosh, S.Biswas, M. Biswas, J. Y. Siddiqui, and M. M. Yahia. 2006. *Concentric Ring-Shaped Defected Ground Structures for Microstrip Applications*. IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 5, Dec 2006, pp. 402-405.
- [4] James J. R and Hall P. S. 1989. *Handbook of Microstrip Antennas Vols. 1 and 2*. Peter Peregrinus, London.
- [5] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. McGraw-Hill International, New York.
- [6] Liao, S Y. 1987. *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design, 2nd Edition*. Souders College Publishing, New York.
- [7] Nakar, Punit S. 2004. Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Wireless/Cellular Devices. The Florida State University. Thesis.
- [8] Stutzman, Warren L. and G. A. Thiele. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Willey and Son, Inc. New York.
- [9] Wong, Kin-Lu. 2002. Compact and Broadband Microstrip Antennas. John Wiley & Sons, Inc., New York.

- [10] W. Kin-Lu , C.C. Huang, and W.S. Chen. 2002. *Printed Ring Slot Antenna for Circular Polarization*. IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 50, no. 1, Jan. 2002, pp. 75-77.
- [11] Yuwono, Rudy. 2005. *A NoveRugby ball Antenna for Ultra Wide Band Communication*. Jurnal Teknik FT Unibraw.ed. Agustus 2005