

Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip Egg Dengan Slot Rugby Ball yang Bekerja pada Frekuensi Ultra Wideband (UWB)

Fredrick Yohanes, Rudy Yuwono, ST.,MSc, Sigit Kusmaryanto ,Ir, M. Eng.
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail : fredrickyohanes@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini membahas mengenai perancangan dan pembuatan antena mikrostrip dengan patch berbentuk *egg* dan slot berbentuk *rugby ball* pada ground plane nya sehingga antena tersebut dapat bekerja pada frekuensi UWB. Dimensi antena mikrostrip diperoleh melalui perhitungan dan proses optimasi. Simulator yang digunakan dalam menganalisa performansi antena adalah *HFSS Ansoft* dan *CST Microwave Studio*. Fabrikasi antena mikrostrip ini menggunakan bahan *Phenolic White Paper* – FR4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r)= 4.5. Hasil pengukuran antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* menunjukkan bahwa antena tersebut dapat bekerja pada frekuensi 1700 – 1800 MHz dan 2100 - 2700 MHz dengan *bandwidth* sebesar 700 MHz. Nilai *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 2.5 GHz sebesar 7.45 dBi. Memiliki polarisasi elips dengan jenis pola radiasi *omnidirectional*.

Kata Kunci: Antena, Ultra Wideband, Egg, Slot, Rugby Ball

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini, telekomunikasi sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk dapat terhubung dan berbagi informasi. Karena itu dikembangkan teknologi telekomunikasi nirkabel. Teknologi tersebut memungkinkan masyarakat melakukan komunikasi dengan lebih mudah, praktis, dan fleksibel.

Teknologi nirkabel menggunakan gelombang radio dalam pentralmsiannya. Salah satu perangkat yang berperan penting dalam proses tersebut adalah antena. Antena merupakan media peralihan atau ruang bebas dengan piranti pemandu. Antena dapat bersifat sebagai pemancar atau penerima [1].

Perkembangan teknologi nirkabel menuntut kecepatan data yang tinggi guna menunjang kelancaran proses berbagi informasi baik berupa data, gambar, suara, maupun video. Kebutuhan tersebut membutuhkan performansi maksimal dari sebuah antena salah satunya dengan mengaplikasikan teknologi *ultra wideband*.

Selain itu, perkembangan teknologi nirkabel semakin merujuk pada dimensi perangkat yang semakin berukuran kecil. Antena mikrostrip merupakan jawaban untuk menjawab tantangan tersebut. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan, dan ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan antena yang lain. Namun antena mikrostrip memiliki beberapa kekurangan yaitu *bandwidth* yang sempit, *gain*, dan *directivity* yang kecil.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk

mendapatkan antena dengan *bandwidth* yang lebih lebar. Diantaranya dengan penambahan slot pada *ground plane* antena mikrostrip, merancang antena dengan bentuk *rugby ball*, serta merancang antena dengan bentuk menyerupai telur / *egg*.

Penelitian ini menggabungkan hasil-hasil penelitian diatas sehingga diperoleh antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* yang bekerja pada frekuensi *ultra wideband* (UWB). Analisis dengan program simulator antena yaitu *HFSS Ansoft* dan *CST Microwave Studio* 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 1700 – 2700 MHz.

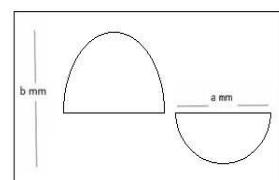
II. TINJAUAN PUSTAKA

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 [1].

2.2 Perencanaan Dimensi Antena

Patch yang digunakan dalam antena mikrostrip ini berbentuk menyerupai telur (*egg*). Bentuk tersebut terdiri dari sebuah setengah lingkaran dan setengah elips yang disatukan. Dimensi *egg* dirancang berdasarkan dimensi asli antena *egg* [9].



Gambar 1. Struktur Dasar Antena Egg
Sumber: Perancangan

Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antena mikrostrip diberikan melalui persamaan [5]: dengan :

$$L_g = 6h + 2R \quad (1)$$

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

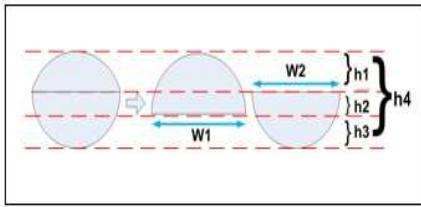
h = ketebalan substrat (mm)

R = jari-jari *patch* (mm)

L_g = panjang minimum *ground plane* (mm)

W_g = lebar minimum *ground plane* (mm)

Slot antena mikrostrip berbentuk *rugby ball* dari buah setengah lingkaran dengan jari-jari tertentu berdasarkan perbandingan berikut [8]:



Gambar 2. Dimensi Slot *Rugby Ball*
Sumber: Perancangan

$$\frac{h1}{47,5} = \frac{h2}{24,5} = \frac{h3}{43} = \frac{h4}{115} = \frac{W1}{144} = \frac{W2}{135} \quad (3)$$

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][4].

III. PERANCANGAN DAN SIMULASI

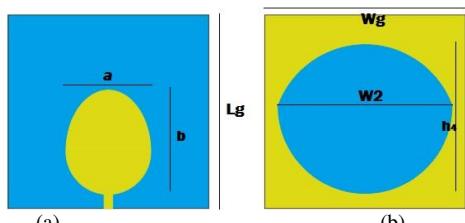
Substrat dan bahan konduktor yang digunakan dalam perancangan antena mikrostrip memiliki konfigurasi sebagai berikut :

- Bahan dielektrik : *Phenolic White Paper – 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 = 50 Ω

3.1 Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi

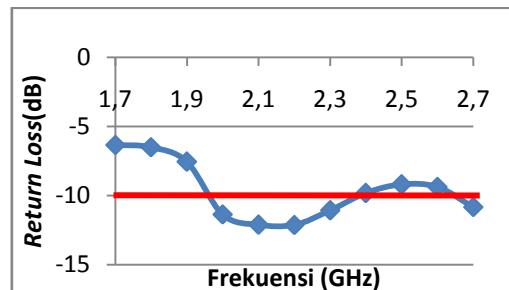
Penentuan dimensi elemen peradiasi diawali dengan menentukan frekuensi kerja terlebih dahulu, pada penelitian ini ditentukan agar antena dapat bekerja optimal pada frekuensi 2,4 GHz. Selanjutnya dapat dihitung dimensi *patch* elemen peradiasi, lebar saluran transmisi untuk impedansi 50 Ω yaitu 2,75 mm, panjang saluran transmisi 14,7 mm. Dimensi panjang minimal *ground plane* (L_g) = 69,6 mm dan lebar minimum *ground plane* (W_g) = 56,7 mm.

Untuk meningkatkan nilai *bandwidth* antena, dalam perancangannya antena ini diberi tambahan slot berbentuk *rugby ball* pada *ground plane* dengan dimensi $W1 = 144$ mm, $W2 = 135$ mm, $h1 = 47,5$ mm, $h2 = 24,5$ mm, $h3 = 43$ mm, $h4 = 115$ mm.



Gambar 3. Bentuk Geometri Antena Mikrostrip Egg dengan Slot *Rugby Ball* (sebelum Optimasi)
(a) tampak depan (b) tampak belakang
Sumber: Perencanaan

Berikut adalah hasil simulasi antena mikrostrip:



Grafik 1. Grafik *Return Loss* terhadap frekuensi (sebelum dioptimasi)

Dari grafik 1 dapat disimpulkan bahwa performansi antena belum memenuhi kriteria yang diinginkan. Antena tersebut memiliki *bandwidth* 403 MHz. Karena itu dibutuhkan optimasi agar didapatkan perfomansi antena yang lebih baik

3.2 Optimasi Antena Mikrostrip

Optimasi pada antena mikrostrip dilakukan dengan mengubah dimensi *patch egg*, saluran transmisi, *ground plane*, serta slot *rugby ball*. Dimensi antena setelah dilakukan optimasi ditunjukkan dalam tabel berikut.

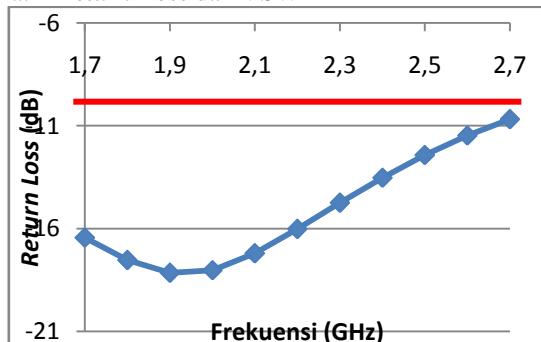
Tabel 1
Dimensi Antena Setelah Optimasi

Variabel	Dimensi (mm)
a	36,4
b	44,48
Lg	86
Wg	82,5
W1	79,49
W2	74,52
h1	26,22
h2	13,52
h3	23,74
h4	63,48

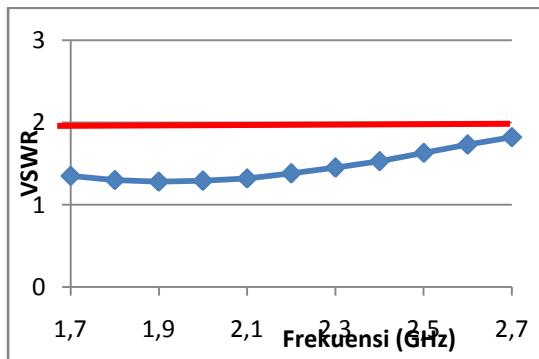
Sumber: perencanaan

Hasil simulasi antena meliputi *Return Loss*, VSWR, dan *Gain* ditunjukkan dalam grafik berikut:

a. *Return Loss* dan VSWR

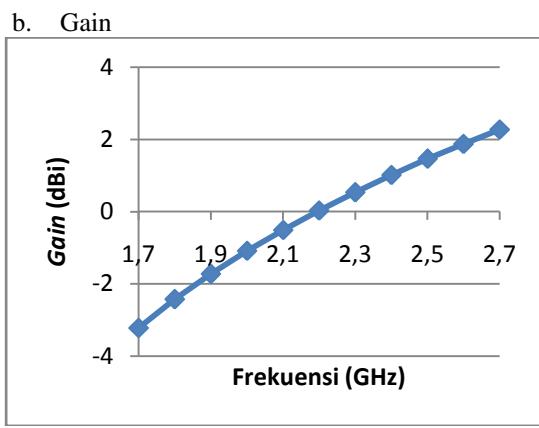


Grafik 2. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi pada antena (setelah dioptimasi)



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

Grafik di atas menunjukkan bahwa hasil simulasi antena pada range frekuensi 1700-2700 MHz memiliki nilai *return loss* < -10dB dan VSWR < 2.



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

Grafik di atas menunjukkan antena mikrostrip memiliki nilai gain positif pada range frekuensi 2200-2700 MHz. Gain terbesar didapat pada frekuensi 2700 MHz yaitu sebesar 2,27 dBi.

3.3 Perbandingan Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball Terhadap Antena Mikrostrip Tanpa Slot

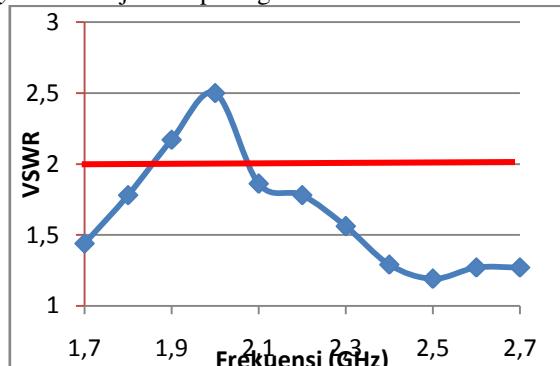
Tabel 2

Jenis slot	Bandwidth (MHz)	Gain maksimum (dBi)	Polarisasi	Pola radiasi
Tanpa slot	0	-6,39	elips	Directional
Dengan slot rugby ball	1700-2700	2,27	elips	Bidirectional

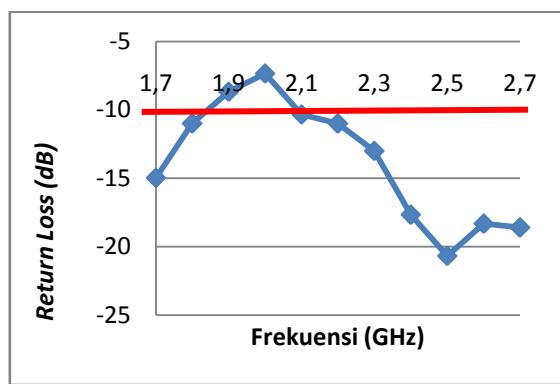
Sumber: hasil simulasi

Dari Tabel 2 dapat dianalisis bahwa slot berpengaruh terhadap performansi antena. Penambahan slot *rugby ball* terbukti dapat meningkatkan *bandwidth* antena sehingga antena mikrostrip dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband*.

Hasil pengukuran antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* ditunjukkan pada grafik berikut



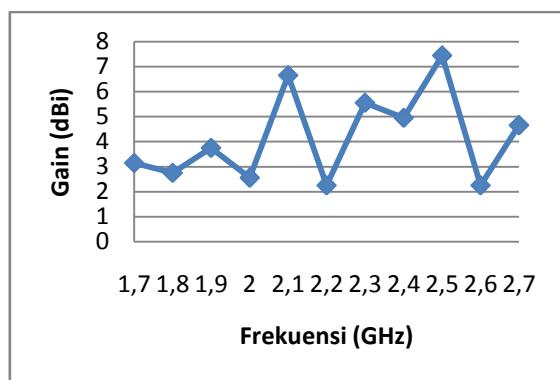
Grafik 5. Nilai VSWR terhadap frekuensi
Sumber: Hasil Pengujian



Grafik 6. Nilai *Return Loss* terhadap frekuensi
Sumber: Hasil Pengujian

Dari grafik 5 dan 6 di atas dapat diamati bahwa antena mikrostrip memiliki nilai *return loss* \leq -10 dB dan nilai $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$ pada rentang frekuensi 1700-1800 MHz dan 2100-2700 MHz. Karena itu dapat disimpulkan antena memiliki *bandwidth* sebesar 700 MHz.

Hasil pengukuran *gain* antena mikrostrip ditunjukkan dalam grafik berikut

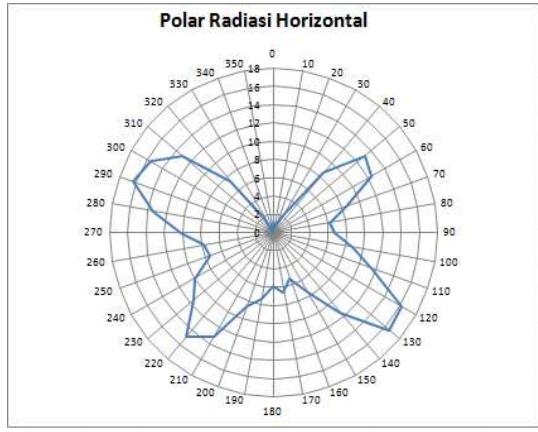


Grafik 7. Nilai Gain terhadap frekuensi
Sumber: Hasil Pengujian

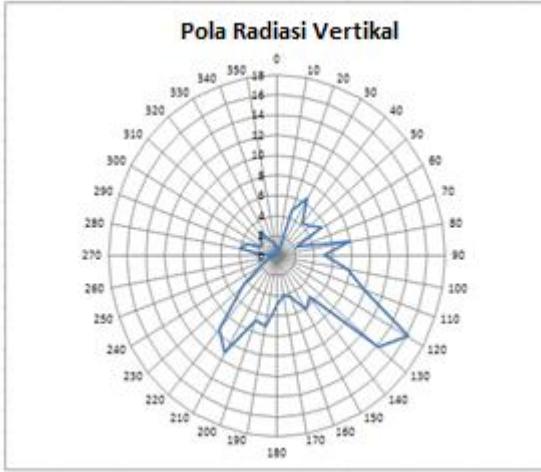
Dapat diketahui bahwa antena mikrostrip memiliki nilai gain positif dalam range frekuensi dengan rata-rata 4,18 dBi. Nilai gain terbesar terdapat pada frekuensi 2500 MHz sebesar 7,45 dBi.

Pola radiasi antena mikrostrip digambarkan dalam grafik berikut.

IV. ANALISIS



Grafik 8. Pola radiasi horizontal antena uji
Sumber : Hasil Pengujian



Grafik 9. Pola radiasi vertikal antena uji
Sumber : Hasil Pengujian

Dari grafik di atas ditunjukkan hasil pengukuran pola radiasi horizontal dan vertikal antena mikrostrip pada frekuensi 2400 MHz merupakan pola radiasi *omnidirectional* karena memiliki intensitas radiasi ke segala arah.

Sedangkan jenis polarisasi antena mikrostrip dapat disimpulkan dari nilai *axial ratio* (AR) pada frekuensi kerja 2400 MHz yaitu 49,07 dB yang berarti antena memiliki jenis polarisasi elips.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

a. Berdasarkan hasil optimasi, antena mikrostrip egg dengan slot *rugby ball* memiliki dimensi sebagai berikut :

Variabel	Dimensi (mm)
a	36,4
b	44,48
Lg	86
Wg	82,5
W1	79,49
W2	74,52
h1	26,22
h2	13,52
h3	23,74
h4	63,48

Sumber: perancangan

- b. Pada proses perancangan, slot *rugby ball* terbukti dapat meningkatkan bandwidth hingga 1000 MHz jika dibandingkan dengan antena mikrostrip egg tanpa slot pada range frekuensi 1700-2700 MHz
- c. Setelah pengujian, didapatkan hasil performansi antena mikrostrip bekerja dengan *bandwidth* sebesar 700 MHz, dan memiliki nilai *gain* pada frekuensi kerja 2400 MHz sebesar 4,95 dBi. Pola radiasi antena *omnidirectional* dan memiliki polarisasi elips
- d. Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan, antena mikrostrip egg dengan slot *rugby ball* telah memenuhi syarat FCC sebagai antena yang dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband*.

5.2 Saran

- 1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan peralatan yang memadai agar dapat diketahui performansi antena mikrostrip pada frekuensi lebih dari 2700 MHz
- 2. Melakukan pengujian antena mikrostrip di ruangan khusus *anechoic chamber* agar hasil pengukuran yang didapat lebih akurat
- 3. Dapat dilakukan optimasi lebih lanjut agar didapatkan performansi antena mikrostrip yang lebih baik

DAFTAR REFERENSI

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antenna Theory: Analysis and Design*, 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc.,
- [2] Chen, Zhi Ning. 2007. *Antennas for Portable Devices*. John Wiley and Sons, Inc.,
- [3] James J. R and Hall P. S. 1989. *Handbook of Microstrip Antennas Vols. 1 and 2*. Peter Peregrinus, London.
- [4] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. New York : McGraw-Hill International.
- [5] Nakar, Punit S. 2004. *Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Nirkabel/Cellular Devices*. Thesis, The Florida State University.
- [6] Stutzman, Warren L. and G. A. Thiele. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Willey and Son, Inc. New York.
- [7] Yuwono, Rudy. 2005. *A Novel Rugby ball Antenna for Ultra Wide Band Communication*. Jurnal Teknik FT Unibraw.ed. Agustus 2005
- [8] Yuwono, Rudy. 2010. *Unjuk Kerja Antena UWB Egg berdasarkan Dimensinya*. Jurnal EECCIS vol. IV,no. 2, Desember 2010

