

Perencanaan dan Pembuatan Antena UWB (*Ultra Wide Band*) Mahkota (Crown Antenna)

Rudy Yuwono, ST., MSc.

Abstrak—Kemajuan teknologi komunikasi menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, khususnya komunikasi *wireless*. Komunikasi ini membutuhkan antena untuk mengirimkan dan menerima sinyal informasi. Antena yang digunakan dalam komunikasi *wireless* sangat beragam jenisnya, tergantung aplikasinya. Pada jurnal ini akan dibahas tentang perencanaan dan pembuatan antena mahkota *Ultra Wide Band* (UWB). Antena *Ultra Wide Band* merupakan sebuah perangkat yang mempunyai emisi/daya pancar dengan *bandwith* yang lebih besar daripada 0.2 atau lebih besar daripada 1.5 Ghz. Antena mahkota UWB dalam penelitian ini dibuat dari bahan plat Aluminium dengan ukuran tebal 2 mm dengan konstanta dielektrik (ϵ_r)=2 dengan ukuran lebar antena (WA)=22cm. Perencanaan antena Mahkota UWB ini memiliki tujuan untuk menemukan *bandwith* yang lebih lebar daripada antena *Planar Inverted Cone* (PICA). Berdasarkan hasil simulasi menggunakan IE3D dengan frekuensi kerja 1-16 GHz, antena Mahkota UWB memiliki nilai *bandwith* sebesar 12 GHz. Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran antena mahkota yang sudah difabrikasi dengan frekuensi kerja 700-2700 MHz, memiliki *bandwith* sebesar 1 GHz. Untuk menyamakan frekuensi kerja dengan pengukuran, maka *bandwith* hasil simulasi antena mahkota untuk frekuensi kerja 1-2.7 GHz adalah 1.7 GHz. Sehingga selisih *bandwith* hasil simulasi dan hasil pengukuran untuk frekuensi kerja 700-2700 MHz adalah 0.7 GHz.

Kata Kunci— Antena Ultra Wide Band.

I. PENDAHULUAN

KARENA bentuknya yang mirip dengan mahkota maka antena tersebut dinamakan dengan antena mahkota UWB. Antena dikatakan *Ultra Wide Band* jika antena tersebut minimal mempunyai *bandwith* sebesar 3 GHz. Antena mahkota UWB ini disimulasikan menggunakan program IE3D terlebih dahulu sebelum difabrikasi, dengan tujuan apakah antena mahkota UWB ini sudah sesuai dengan yang diharapkan.

Pada jurnal ini tidak membahas tentang bagaimana perhitungan untuk menentukan dimensi antena mahkota UWB secara matematis. Dimensi antena mahkota UWB ini langsung ditentukan dengan WA sebesar 220 mm yang selanjutnya akan disimulasikan menggunakan

IE3D.

Perancangan dan pembuatan antena mahkota UWB ini menggunakan bahan aluminium, karena bahan tersebut mudah didapat, ringan, konduktivitasnya cukup besar, mudah untuk kontruksi, dan penyambungannya.

Pada penelitian ini, penulis merumuskan pokok-pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mensimulasikan antena mahkota UWB sebelum dilakukan fabrikasi.
2. Langkah-langkah dan peralatan apa saja yang dibutuhkan dalam fabrikasi antena.
3. Bagaimana hasil pengukuran antena yaitu VSWR dan *Return Loss* dari antena mahkota UWB tersebut.

II. METODOLOGI

Untuk merealisasikan penelitian ini, maka digunakan metodologi sebagai berikut:

A. Studi literature

Melakukan kajian pustaka untuk memahami karakteristik UWB khususnya tentang analisis dan desain antena UWB.

B. Perencanaan dan Pembuatan antena mahkota UWB

Dalam merancang dimensi antena UWB (antena mahkota UWB) digunakan analisis matematis dan disimulasikan dengan *software* perancangan antena (IE3D program) sampai didapatkan dimensi antena sesuai dengan parameter yang diinginkan, sebelum dilakukan fabrikasi antena tersebut.

C. Rancangan pengujian

Hasil pengukuran menunjukkan unjuk kerja antena yang sebenarnya. Jangkauan frekuensi yang akan digunakan dalam pengukuran adalah 700 MHz sampai 2.7 GHz. Pengukuran ini meliputi pengukuran VSWR, *Return Loss*, pola radiasi, dan *directivity*.

D. Fabrikasi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dan perbandingan parameter-parameter antena hasil perencanaan dengan parameter-parameter antena hasil pengujian dan pengukuran.

III. DASAR TEORI

A. Teori Dasar Antena

Antena merupakan transduser yang mengubah arus listrik menjadi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan ke udara atau sebaliknya. Dalam system komunikasi radio, gelombang elektromagnetik berjalan dari pemancar ke penerima melalui udara dan diperlukan antena pada kedua ujung tersebut untuk keperluan penggabungan (*coupling*) pemancar dan penerima dalam hubungan ruang. (Krauss, 1988)

B. Parameter Dasar Antena

1) VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

Jika kondisi matching tidak tercapai, kemungkinan terjadi pemantulan dan hal ini yang menyebabkan terjadinya gelombang berdiri (*standing wave*). Dimana karakteristik ini disebut *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). Persamaan untuk menentukan besarnya VSWR adalah (Krauss, 1988:83)

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (1)$$

Dari persamaan di atas besarnya koefisien pantul (Γ) menentukan besarnya VSWR. Persamaan untuk koefisien pantul adalah (Punit, 2004:18):

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} = \frac{Z_l - Z_o}{Z_l + Z_o}$$

Dengan:

Γ = Koefisien pantul

V_r = tegangan gelombang pantul

V_i = tegangan gelombang maju

Z_l = impedansi beban/antenna

Z_o = impedansi karakteristik saluran

VSWR adalah pengukuran dasar dari impedansi *matching* antara *transmitter* dan antenna. Semakin tinggi nilai VSWR maka semakin besar pula *mismatch*, dan semakin minimum VSWR maka antenna semakin *matching*.

2) Return Loss

Return Loss, adalah parameter yang mengindikasikan banyaknya daya yang hilang karena terserap oleh beban dan tidak kembali sebagai gelombang pantul. Return Loss berhubungan dengan VSWR, yaitu mengukur daya dari sinyal yang dipantulkan oleh antena dengan daya yang dikirim ke antena. Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10%-nya terpantulkan kembali. *Return loss* didefinisikan sebagai (Punit, 2004:19):

$$Return\ loss = -20 \log|F| \text{ dB}$$

Dengan:

Γ = Koefisien pantul

Untuk *matching* sempurna antara *transmitter* dan

antenna, maka nilai $\Gamma = 0$ dan $RL = \infty$ yang berarti tidak ada daya yang dipantulkan, sebaliknya jika $\Gamma = 1$ dan $RL = 0$ dB maka semua daya dipantulkan.

IV. PERENCANAAN

A. Perencanaan antena mahkota UWB menggunakan program IE3D

Langkah –langkah dalam mensimulasikan antena mahkota menggunakan IE3D seperti terlihat dalam Gambar .

▪ Bahan aluminium

Ada beberapa hal yang memungkinkan bahan tersebut digunakan : mudah didapat, ringan, konduktivitasnya cukup besar, mudah untuk konstruksi dan penyambungannya.

▪ Konstanta dielektrik (ϵ_r)=2

▪ Ketebalan dielektrik (h)=2mm

▪ Konduktivitas aluminium (σ)=3.77E7 mho/m

▪ Substrate layer/bahan pelapis substrate pada antena mahkota ini adalah udara dengan konstanta dielektrik=1

▪ Impedansi karakteristik saluran= 50 Ω

B. Persiapan untuk membuat antena mahkota (fabrikasi)

Berikut ini adalah daftar bahan/alat yang digunakan dalam pembuatan antena mahkota :

▪ Komponen/bahan yang diperlukan:

- Conektor BNC (Female)
- Plat Aluminium 50 x 50 cm
- Baut
- Pipa PVC
- Solder

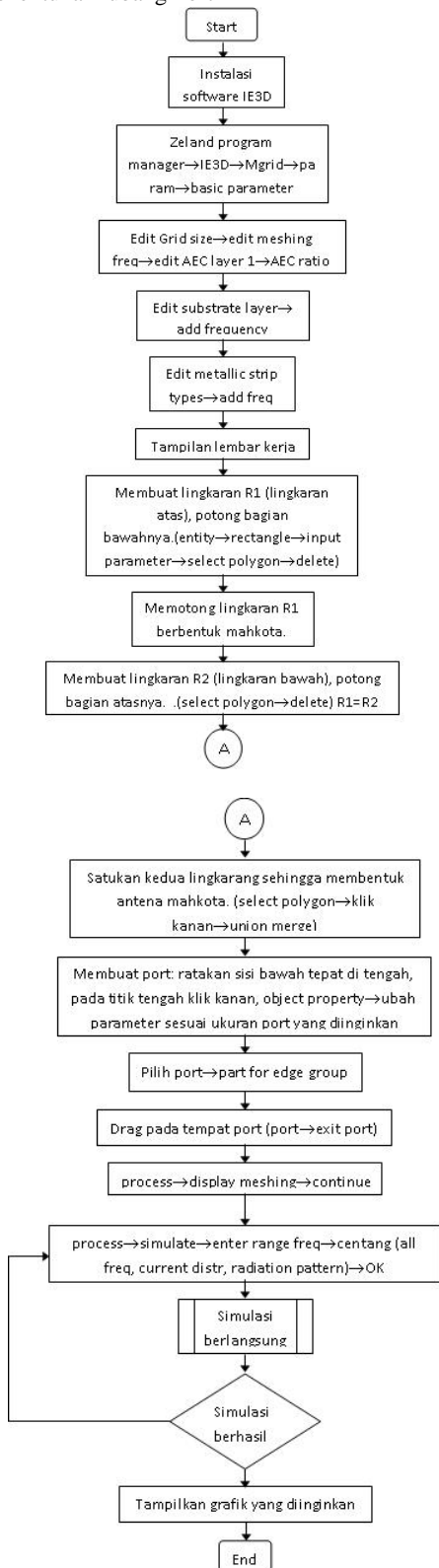
▪ Alat yang diperlukan:

- Tang
- Obeng +
- Bor
- Ragun
- Mesin Penekuk dan pemotong
- Kikir halus dan kasar
- Pengaris
- Pensil/spidol

C. Persiapan merakit Antenna :

1. Siapkan alat-alat yang diperlukan dengan benar
2. Potong plat aluminium 50 x 50 cm sesuai dengan ukuran pada gambar 2
3. Untuk lebih mempermudah dalam pembuatan/pemotongan sebaiknya dibuat dulu cetakan (Mal) yang sesuai dengan ukuran antenna
4. Setelah proses pemotongan selesai dilanjutkan dengan menghaluskan serpihan-serpihan antenna yang masih kasar menggunakan kikir
5. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran lubang conector
6. Setelah selesai kemudian dilanjutkan ke penyolderan dan pemasangan conector pada antena mahkota (*crown antenna*).

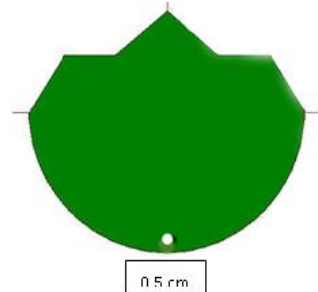
7. Menentukan lubang Port



Gambar 1. Flowcart langkah-langkah desain antenna mahkota

8. Pada penentuan posisi port ini kita membuat garis tengah dari dimensi antenna atau garis simetri, kemudian jaraknya 0.5 cm dari posisi bawah antenna

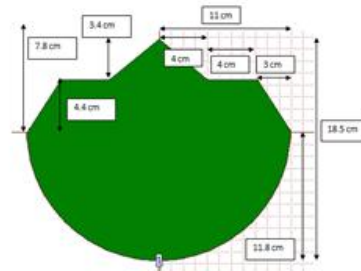
di beri lubang port. Prosesnya seperti Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Penentuan Posisi Port

9. Pemasangan BNC atau Penyambungan conector

Setelah ukuran dimensi antenna dan reflector di buat maka terakhir adalah pemasangan BNC female, dimana pada pemasangan BNC ini juga ada ukurannya yaitu 1 cm dimana jarak tersebut juga sangat berpengaruh pada resonansi pengukuran antenna, jika jarak melebihi 1 cm maka resonansi dari antenna tersebut akan cenderung ke frekuensi tinggi.



Gambar 3. Dimensi Antenna Crown

1) Pembuatan Reflektor

Komponen/bahan yang diperlukan :

- Plat Aluminium 40 x 40 cm

Alat yang diperlukan :

- Tang
- Obeng+
- Bor
- Ragun
- Mesin Penekuk dan pemotong
- Kikir halus dan kasar
- Pengaris
- Pensil/spidol

2) Persiapan pembuatan Reflektor

- Siapkan alat-alat yang diperlukan dengan benar
- Potong plat aluminium 40 x 40 cm sesuai dengan ukuran pada gambar 3
- Setelah proses pemotongan selesai dilanjutkan dengan menghaluskan serpihan-serpihan antenna yang masih kasar menggunakan kikir
- Kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran
- Setelah selesai kemudian dilanjutkan dengan proses penyambungan/pemasangan reflector yang dihubungkan dengan crown Antenna yang telah dibuat

Berdasarkan nilai VSWR dari gambar hasil simulasi di atas untuk frequency kerja 1-16 GHz dapat dianalisis sehingga diperoleh:

Batas nilai VSWR yang disarankan untuk suatu antena yang baik adalah $1 \leq VSWR \leq 2$, dari grafik

VSWR di atas didapatkan:
 Frekuensi Lower : 1 GHz
 Frekuensi Upper : 13 GHz
 Bandwidth = Frekuensi upper – Frekuensi Lower

Berdasarkan nilai *return loss* dari gambar hasil simulasi di atas untuk frequency kerja 1-16 GHz dapat dianalisis sehingga diperoleh:

Untuk *return loss*, antena yang baik harus mempunyai *return loss* di bawah -10 dB, dari grafik hasil simulasi *return loss* di atas, frekuensi kerja antena yang mempunyai nilai *return loss* di bawah -10 dB adalah frekuensi kerja dari 1-11,5 GHz. Sehingga diperoleh nilai bandwidth adalah sebagai berikut:

Frekuensi Lower : 1 GHz
 Frekuensi Upper : 11,5 GHz
 Bandwidth = Frekuensi upper – Frekuensi Lower
 = 11,5 GHz – 1 GHz
 = 10,5 GHz

Bandwidth berdasarkan perhitungan dari VSWR dan *return loss* dari grafik hasil simulasi di atas tidak terlalu berbeda jauh nilainya. Bandwidth dari hasil perhitungan VSWR lebih lebar bila dibandingkan dengan bandwidth hasil perhitungan dari *return loss*, selisih 1,5 GHz.

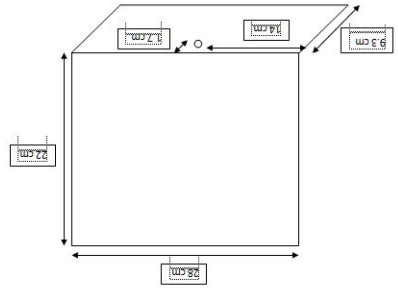
V. HASIL PENGUKURAN

Setelah antena mahkota disimulasikan menggunakan IE3D menggunakan dimensi antena dengan WA=220mm, ternyata antena mahkota mempunyai bandwidth ±12 GHz. Hal itu membuktikan bahwa antena mahkota yang direncanakan sudah termasuk antena UWB, karena syarat antena dikatakan sebagai antena UWB jika antena tersebut mempunyai bandwidth minimal 3,5 GHz. Setelah disimulasikan, maka langkah terakhirnya adalah fabrikasi dan selanjutnya mengukur nilai VSWR dan *return loss* dari antena mahkota yang telah difabrikasi.

Karena keterbatasan range frekuensi dari alat yang digunakan dalam mengukur antena mahkota tersebut. Maka range frekuensi yang digunakan untuk mengukur antena mahkota tersebut adalah range frekuensi antara 700-2700 MHz. Dari hasil pengukuran antena mahkota diperoleh nilai *return loss* sebagai berikut:

A. Hasil Pengukuran Return Loss

Dari hasil pengukuran *return loss* dapat dihitung nilai koefisien pantul $|Γ|$ dan VSWR. Hasil perhitungan koefisien pantul dan VSWR dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.



Gambar 4. Dimensi Reflektor Crown Antenna

3) Antena Mahkota yang telah jadi

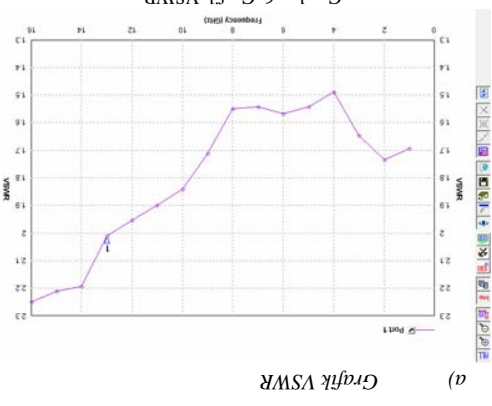
Berikut ini merupakan gambar dari antena Mahkota:



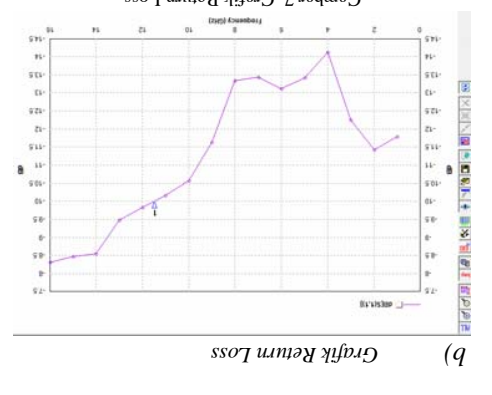
Gambar 5. Hasil Pembuatan Antena Mahkota

4) Hasil Simulasi Menggunakan IE3D dan Pengukuran Antena Mahkota UWB

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan program IE3D untuk antena mahkota UWB dengan WA=220mm didapatkan nilai VSWR dan *return loss* untuk frequency dari 1-16 GHz adalah sebagai berikut:



a) Grafik VSWR



b) Grafik Return Loss

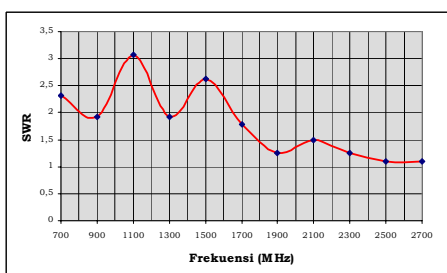
Gambar 7. Grafik Return Loss



Gambar 8. Grafik Return Loss hasil pengukuran

TABEL 1. HASIL PERHITUNGAN VSWR DAN KOEFISIEN PANTUL DARI HASIL PENGUKURAN RETURN LOSS

No	Frekuensi (MHz)	RL (dB)	$ \Gamma $	VSWR
1	700	- 8,0	0,398	2,322
2	900	- 10	0,316	1,924
3	1100	- 6,0	0,501	3,076
4	1300	- 10	0,316	1,924
5	1500	- 7,0	0,447	2,617
6	1700	- 11	0,282	1,786
7	1900	- 19	0,112	1,252
8	2100	- 14	0,199	1,497
9	2300	- 19	0,112	1,252
10	2500	- 27	0,045	1,094
11	2700	- 26	0,050	1,105



Gambar 9. Grafik hasil pengukuran VSWR

Berdasarkan nilai *return loss* dari gambar hasil pengukuran di atas untuk frequency kerja 700-2700 MHz dapat dianalisis sehingga diperoleh:

Untuk *return loss*, antenna yang baik harus mempunyai *return loss* di bawah -10 dB, dari grafik hasil simulasi *return loss* di atas, frekuensi kerja antenna yang mempunyai nilai *return loss* di bawah -10 dB adalah frekuensi kerja dari 1700-2700 MHz. Sehingga diperoleh nilai bandwidth adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi Lower} &: 1700 \text{ MHz} \\ \text{Frekuensi Upper} &: 2700 \text{ MHz} \\ \text{Bandwith} &= \text{Frekuensi upper} - \text{Frekuensi Lower} \\ &= 2700 \text{ MHz} - 1700 \text{ MHz} \\ &= 1 \text{ GHz} \end{aligned}$$

$$= 1 \text{ GHz}$$

Berdasarkan nilai VSWR dari tabel hasil perhitungan di atas untuk frequency kerja 700-2700 MHz dapat dianalisis sehingga diperoleh:

Batas nilai VSWR yang disarankan untuk suatu antenna yang baik adalah $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$, dari garfik VSWR di atas didapatkan:

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi Lower} &: 1700 \text{ MHz} \\ \text{Frekuensi Upper} &: 2700 \text{ MHz} \\ \text{Bandwith} &= \text{Frekuensi upper} - \text{Frekuensi Lower} \\ &= 2700 \text{ MHz} - 1700 \text{ MHz} \\ &= 1 \text{ GHz} \end{aligned}$$

Bandwith berdasarkan perhitungan dari VSWR dan *return loss* dari hasil pengukuran antenna mahkota adalah besarnya sama yaitu 1 GHz.

Jika pada hasil simulasi frekuensi kerja yang dianalisis hanya dibatasi pada range 1-2.7 GHz dengan tujuan untuk membandingkan hasil simulasi dengan hasil pengukuran yang hanya terbatas pada frekuensi kerja 700-2700 MHz, maka dapat diperoleh nilai bandwith berdasarkan nilai VSWR dan *return loss* hasil simulasi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi Lower} &: 1 \text{ GHz} \\ \text{Frekuensi Upper} &: 2.7 \text{ GHz} \\ \text{Bandwith} &= \text{Frekuensi upper} - \text{Frekuensi Lower} \\ &= 1 \text{ GHz} - 2.7 \text{ GHz} \\ &= 1.7 \text{ GHz} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai bandwith untuk antenna mahkota hasil simulasi dan bandwith hasil pengukuran berbeda 0.7 GHz.

VI. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran antenna mahkota dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan hasil simulasi antenna mahkota dengan WA=22cm untuk frekuensi kerja 1-16 GHz. Di dapatkan nilai bandwith berdasarkan nilai VSWR hasil simulasi adalah sebesar 12 GHz. Dan nilai bandwith berdasarkan nilai *return loss* hasil simulasi adalah sebesar 10.5 GHz.
2. Berdasarkan hasil pengukuran antenna mahkota yang sudah difabrikasi dengan menggunakan frekuensi kerja untuk pengukuran antenna tersebut antara 700-2700 MHz. didapatkan nilai bandwith berdasarkan pengukuran *return loss* dan bandwith berdasarkan hasil perhitungan VSWR adalah besarnya sama yaitu 1 GHz.
3. Untuk membandingkan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran, maka untuk hasil simulasi yang dianalisis hanya pada frekuensi kerja antara 1-2.7 GHz. Nilai bandwith yang diperoleh pada frekuensi kerja 1-2.7 GHz untuk hasil simulasi adalah sebesar 1.7 GHz. Antara hasil simulasi dan hasil pengukuran nilai bandwith yang diperoleh berbeda 0.7 GHz.

B. Saran

1. Dalam melakukan pengukuran, untuk ketepatan dan ketelitian hasil pengukuran disarankan agar pengukuran dilakukan di tempat yang bebas dari benda-benda yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
2. Penelitian ini bisa dikembangkan lagi menggunakan model antena yang lain, dengan memperhatikan perhitungan dimensi antenanya secara matematis yang lebih detail. Begitu juga untuk simulasinya bisa menggunakan program yang lain, selain IE3D seperti ANSOFT atau ADS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design. 2nd Second Edition*. John Wiley and Sons, Inc.
- [2] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*, New York: McGraw-Hill International.
- [3] Yuwono, Rudy. 2005. *A Novel Rugby Ball Antenna for Ultra Wide Band Communication*. Jurnal Teknik FT Unibraw.ed. Agustus 2005 Anonymous.
- [4] Punit, Nakar S. 2004. *Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices*. The Florida State University. Thesis.