

**PERFORMANSI ANTENA RUGBY BALL
PADA RADAR GIRAFFE**

SKRIPSI

KONSENTRASI TELEKOMUNIKASI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh :

MUCHAMMAD HIFNI

NIM. 0510633055

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2010

PERFORMANSI ANTENA RUGBY BALL PADA RADAR GIRAFFE

SKRIPSI

KONSENTRASI TELEKOMUNIKASI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun oleh :

MUCHAMMAD HIFNI

NIM. 0510633055

DOSEN PEMBIMBING:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

M. Fauzan Edy Purnomo, ST., MT.
NIP. 19710609 200002 1 001



PERFORMANSI ANTENA RUGBY BALL PADA RADAR GIRAFFE

Disusun oleh:

MUCHAMMAD HIFNI

NIM. 0510633055

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 31 Juli 2010

DOSEN PENGUJI

DWI FADILA K, ST.,MT
NIP. 19720630 200003 1 002

DR. Ir. SHOLEH HADI PRAMONO, MS
NIP. 19580728 198701 1 001

Ir. ERFAN ACHMAD DAHLAN, MT.
NIP. 19530714 198203 1 003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

RUDY YUWONO, ST., M.Sc.
NIP. 19710615 199802 1 003

PENGANTAR

Alhamdulillah, segenap puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, ridho, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Performansi Antena Rugby Ball pada Radar Giraffe**”. Tidak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan untuk Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, kerabat dan para pengikutnya sampai akhir jaman.

Dengan kesungguhan dan rasa rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rudy Yuwono, ST. MSc. dan Bapak M. Fauzan Edy Purnomo, ST., MT. sebagai dosen pembimbing atas saran, konsultasi, motivasi, kesabaran dan waktu dalam pengerjaan hingga penyelesaian skripsi ini. Sekali lagi penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada para dosen pembimbing atas bantuannya baik berupa moril maupun materiil. Tidak terkecuali, ucapan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Bapak Rudy Yuwono, ST. MSc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak M. Azis Muslim, ST.,MT.,Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ali Mustofa ,ST.,MT. selaku Ketua Kelompok Dosen dan Keahlian Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak, Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro, yaitu Mas Respati, Mbak Frida, Mbak Henny, Pak Heru. Baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. My Beloved Parents, Ayah dan Mamak ku. Adik-adikku yang tersayang, Azizah, Iwan, Rian dan Galuh. Terima kasih atas doa, kasih sayang, perhatian serta dorongan yang telah engkau berikan padaku. Sungguh amat sangat berarti hingga takternilai jumlahnya. What a lovely family.
6. Sahabat-sahabatku, Grup Touring (Ryan, Rangga, Agung cilik, Firman, Dani, Bachtiar, Samsul, Budi, Mas ucap, Hendra, Iqbal, Chandra Gudel, dan semuanya yang baru gabung). 4 Ladies (Tyty, Ella, Nungky and Fida). And beberapa kaum hawa yang sempet tersinggahi hati olehku selama 5 tahun ini (Annisa Kusumahayati, Syarifah Ainun dan Feiran Mesawardhani Tejakusuma). Dan yang terakhir, Srikandi bunga harapan hati meskipun jauh, Yoland Septiane Usiska. Terima kasih atas dukungan, semangat, kebersamaan, *sharing*, ilmu, doa serta perhatiannya.

7. Bapak Edy Sukiswo, A.Ks., M.Si. selaku Lurah Bunulrejo. Beserta Staff dan Karyawan Kelurahan Bunulrejo Kota Malang. Terima kasih atas dukungan dan perhatiannya.
8. Mas Adi, Mas Arip, Pipit, Solikin dan Untari selaku rekan Karang Taruna baik di tingkat RW maupun Kelurahan. Wadah pertama karir kehidupan bermasyarakatku. Terima kasih atas waktu, *sharing* dan kebersamaannya selama ini.
9. Mbak susi dan Pak Dantes selaku rekan kerja di KPU Tingkat Kelurahan. Terima kasih atas dukungan dan perhatiannya.
10. Mas Krismanto, Bu Endang, Pak Suwono, Pak Djoko, Pak Budiono dan Rian selaku rekan kerja di Organisasi LPMK Kelurahan Bunulrejo periode 2009 – 2011. Terima kasih atas saran, motivasi, dan kebersamaannya selama ini. Sungguh takterhitung pengalaman hidup yang saya dapatkan ketika bersama dengan Bapak dan Ibu.
11. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, angkatan 2004 dan paket C khususnya, terima kasih atas semangat, dukungan dan doanya.
12. Rekan rekan alumni SMP 5 Malang angkatan 2002 dan SMK Telkom angkatan 11. Terima kasih telah memberikan sebuah kenangan hidup yang berkesan.
13. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik – baiknya.

Penyusun menyadari bahwa yang tersusun dalam skripsi ini masih banyak kekurangan-kekurangan dan jauh dari sempurna, hal ini tidak lain karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penyusun. Karena itu kritik dan saran sangat kami harapkan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga yang terdapat dalam skripsi ini bermanfaat untuk kita semua, rekan-rekan mahasiswa khususnya dan bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Malang, 25 September 2010

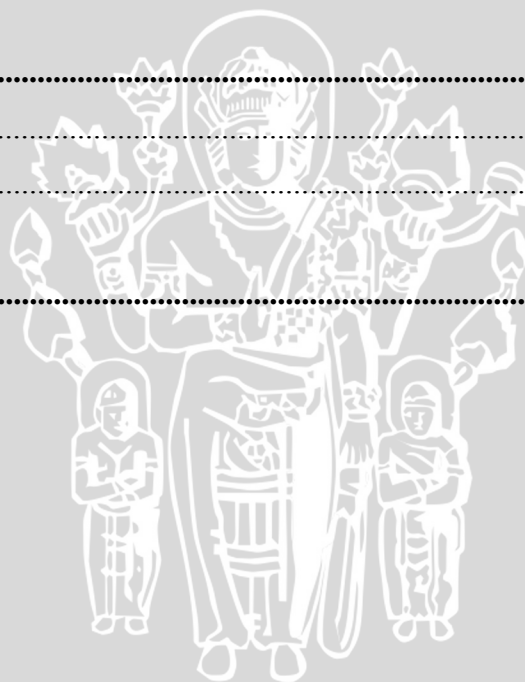
Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR GRAFIK.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
II. DASAR TEORI.....	5
2.1 Gambaran Umum.....	5
2.2 Parameter-parameter antena	5
2.2.1 Impedansi Terminal Antena	5
2.2.2 Polarisasi	6
2.2.3 Daerah Medan Radiasi	7
2.2.4 Pola Radiasi	8
2.2.5 <i>Lobe-lobe</i> pola radiasi dan <i>Beamwidth</i>	10
2.2.6 Keterarahan (<i>Directivity</i>)	10
2.2.7 Penguatan (<i>Gain</i>) Antena	11
2.2.8 <i>VSWR</i> (<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>)	12
2.2.9 <i>Return Loss</i>	12
2.2.10 Lebar Pita (<i>Bandwidth</i>)	13
2.3 Struktur Dasar Antena UWB <i>Rugby Ball</i>	14
2.3.1 Impedansi Masukan dan Penyesuai Impedansi.....	15

2.3.2 Spesifikasi Substrat dan Bahan Konduktor.....	15
2.4 Radio Detection And Ranging (RADAR)	16
2.4.1 Sejarah Radar	16
2.4.2 Jenis-jenis Radar	18
2.4.3 Sistem Radar	19
2.4.4 Kegunaan Radar	22
2.4.5 <i>Pulse Repetition Frequency</i> (PRF)	25
2.5 Radar <i>GIRAFFE</i>	26
2.5.1 Spesifikasi Radar <i>GIRAFFE</i>	28
III. METODOLOGI.....	30
3.1 Studi pustaka.....	30
3.2 Perencanaan Antena <i>Rugby Ball</i> dengan <i>Software</i> Simulasi	30
3.3 Pembuatan Antena <i>Rugby Ball</i>	31
3.4 Pengujian dan Pengambilan Data	32
3.5 Analisa data	34
3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	35
VI. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ANTENA <i>RUGBY BALL</i>	36
4.1 Spesifikasi substrat dan bahan konduktor.....	36
4.2 Perencanaan Dimensi antena <i>Rugby Ball</i>	36
4.3 Simulasi Antena <i>Rugby Ball</i>	37
4.4.1 Hasil Simulasi Antena <i>Rugby Ball</i>	38
4.4 Perancangan Antena modifikasi atau optimasi <i>Rugby Ball</i> yaitu Antena <i>Egg</i>	41
4.5.1 Simulasi Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145	42
4.5.2 Simulasi Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190	45
4.6 Pembuatan / Fabrikasi Antena	48
V. PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN	
ANTENA <i>RUGBY BALL</i> PADA RADAR <i>GIRAFFE</i>.....	52
5.1 Pengukuran di Lapangan (Arhanud TNI AD)	53
5.1.1 PRF (<i>Pulse Repetition Frequency</i>)	53
5.1.2 <i>Receiver Limiting Level</i>	55
5.1.3 <i>Pulse Length</i>	56

5.2 Pengukuran di Laboratorium (LIPI Bandung)	58
5.2.1 Pengukuran VSWR dan <i>Return Loss</i>	58
5.2.2 Hasil Pengukuran Antena <i>Rugby Ball</i>	59
5.2.3 Hasil Pengukuran Antena <i>Egg WA 90 HA 190</i> (hasil optimasi antena <i>Rugby Ball</i>)	60
5.2.4 Hasil Pengukuran Antena <i>Egg WA 90 HA 145</i> (hasil optimasi antena <i>Rugby Ball</i>)	62
5.2.5 Analisis Hasil Pengukuran VSWR dan <i>Return Loss</i>	64
5.2.6 Pengukuran transmisi sinyal <i>carrier</i> berbasis PRF (<i>Pulse Repetition Frequency</i>)	66
5.2.7 Analisis Hasil pengukuran transmisi sinyal <i>carrier</i> berbasis PRF (<i>Pulse Repetition Frequency</i>)	68
VI. PENUTUP	70
6.1 Kesimpulan	70
6.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bentuk umum polarisasi	7
Gambar 2.2.	Pembagian daerah medan radiasi	7
Gambar 2.3.	Pola medan radiasi	9
Gambar 2.4.	Pola radiasi antenna dalam koordinat <i>Rectangular</i> dan skala dB	9
Gambar 2.5.	Struktur Dasar Antena <i>Rugby Ball</i>	14
Gambar 2.6.	Dimensi keseluruhan antenna yang telah dioptimalisasi	15
Gambar 2.7.	Perangkat radar pada bandara	17
Gambar 2.8.	Efek Doppler	18
Gambar 2.9.	Cara kerja Radar Bistatic	18
Gambar 2.10.	Bagan sistem radar	19
Gambar 2.11.	Sistem antenna	19
Gambar 2.12.	<i>Reflektor antenna</i>	20
Gambar 2.13.	Bagan Transmitter radar	20
Gambar 2.14.	Prinsip Pengoperasian Radar	21
Gambar 2.15.	Radar pada pesawat udara	22
Gambar 2.16.	Radar pada peluru kendali	23
Gambar 2.17.	Radar untuk kepolisian	23
Gambar 2.18.	Radar pada ATC bandara	23
Gambar 2.19.	Radar cuaca	24
Gambar 2.20.	Radar angin	24
Gambar 2.21.	Pulse Width atau <i>Pulse Length</i>	25
Gambar 2.22.	<i>Rest Time</i>	26
Gambar 2.23.	Radar <i>Giraffe</i> yang ditumpangkan pada Truk	27
Gambar 3.1.	Diagram Alir Perancangan <i>Rugby Ball</i> antenna dengan <i>Software IE3D</i>	31
Gambar 3.2.	Diagram alir pembuatan antenna, ground plane dan reflektor	32
Gambar 3.3.	Diagram alir pengukuran lapangan	33
Gambar 3.4.	Diagram alir pengukuran Laboratorium	34
Gambar 4.1.	Struktur Dasar Antena <i>Rugby Ball</i>	37
Gambar 4.2.	Hasil simulasi Pola Radiasi Antena <i>Rugby Ball</i>	40
Gambar 4.3.	Dua bentuk <i>Egg</i> Antena hasil modifikasi dari Antena <i>Rugby Ball</i> ...	41

Gambar 4.4.	Hasil simulasi Pola Radiasi Antena Egg WA 90 HA 145	44
Gambar 4.5.	Hasil simulasi Pola Radiasi Antena Egg WA 90 HA 190	47
Gambar 4.6.	Gambar rancangan antena pada Corel Draw	49
Gambar 4.7.	Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan antena	50
Gambar 4.8.	Proses pemotongan plat alumunium	50
Gambar 4.9.	Menghaluskan tepi permukaan antena	51
Gambar 4.10.	Hasil fabrikasi antena <i>Rugby Ball</i>	51
Gambar 5.1.	Radar <i>Giraffe</i>	53
Gambar 5.2.	PRFCH 40KM high	54
Gambar 5.3	PRFCH 20KM low	54
Gambar 5.4	<i>Receiver Limiting Level</i> 20 KM PRFCH	55
Gambar 5.5	<i>Receiver Limiting Level</i> 40 KM PRFCH	56
Gambar 5.6	<i>Pulse Length</i> pada 40 KM range	57
Gambar 5.7	<i>Pulse Length</i> pada 20 KM range	57
Gambar 5.8	Rangkaian Pengukuran VSWR dan <i>Return Loss</i>	58
Gambar 5.9	Tampilan pengukuran menggunakan Network Analyzer	59
Gambar 5.10	Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190	61
Gambar 5.11	Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145	52
Gambar 5.12	Pengukuran VSWR dan <i>Return Loss</i>	65
Gambar 5.13	Rangkaian Pengukuran transmisi sinyal <i>carrier</i> berbasis PRF	66
Gambar 5.14	Konfigurasi <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	67
Gambar 5.15	Level penerimaan sinyal <i>carrier</i> pada <i>receiver</i> tanpa PRF	67
Gambar 5.16	Level penerimaan sinyal <i>carrier</i> dengan PRF	68

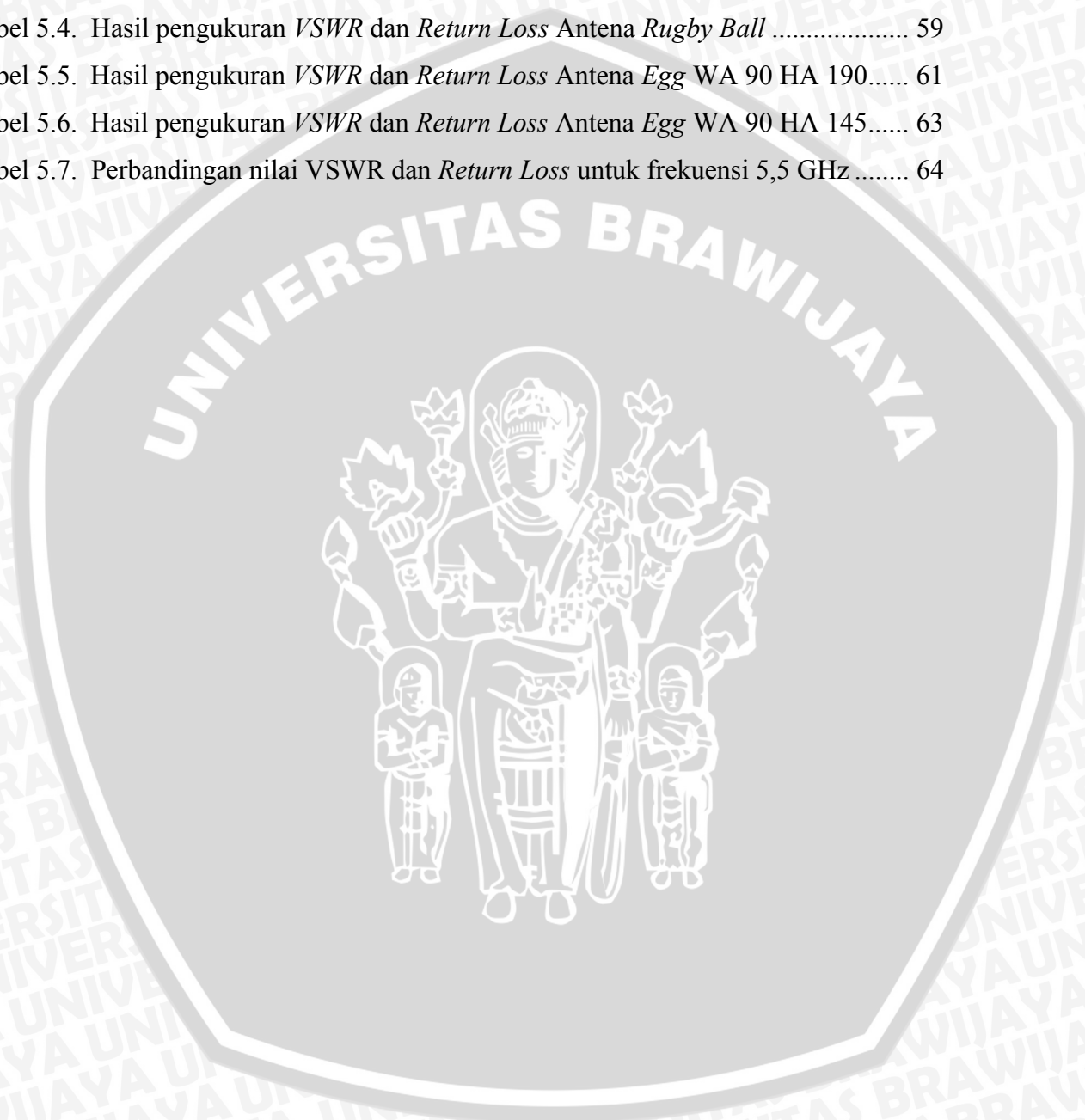
DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Hasil simulasi VSWR Antena <i>Rugby Ball</i>	38
Grafik 4.2.	Hasil simulasi <i>Return Loss</i> Antena <i>Rugby Ball</i>	38
Grafik 4.3.	Hasil simulasi <i>Gain</i> Antena <i>Rugby Ball</i>	39
Grafik 4.4.	Hasil simulasi <i>Directivity</i> Antena <i>Rugby Ball</i>	39
Grafik 4.5.	Hasil simulasi VSWR Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145	42
Grafik 4.6.	Hasil simulasi <i>Return Loss</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145.....	42
Grafik 4.7.	Hasil simulasi <i>Gain</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145	43
Grafik 4.8.	Hasil simulasi <i>Directivity</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145.....	43
Grafik 4.9.	Hasil simulasi VSWR Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190	45
Grafik 4.10.	Hasil simulasi <i>Return Loss</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190.....	46
Grafik 4.11.	Hasil simulasi <i>Gain</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190	46
Grafik 4.12.	Hasil simulasi <i>Directivity</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190.....	47
Grafik 5.1.	Hasil pengukuran VSWR Antena <i>Rugby Ball</i>	60
Grafik 5.2.	Hasil pengukuran <i>Return Loss</i> Antena <i>Rugby Ball</i>	60
Grafik 5.3.	Hasil pengukuran VSWR Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190.....	61
Grafik 5.4.	Hasil pengukuran <i>Return Loss</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 190	62
Grafik 5.5.	Hasil pengukuran VSWR Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145.....	63
Grafik 5.6.	Hasil pengukuran <i>Return Loss</i> Antena <i>Egg</i> WA 90 HA 145	63



DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Mode PRF beserta nilai periode.....	44
Tabel 5.2. Mode PRF beserta nilai tegangan <i>peak to peak</i>	55
Tabel 5.3. Mode <i>Pulse Length</i> beserta nilai periode.....	56
Tabel 5.4. Hasil pengukuran <i>VSWR</i> dan <i>Return Loss</i> Antena <i>Rugby Ball</i>	59
Tabel 5.5. Hasil pengukuran <i>VSWR</i> dan <i>Return Loss</i> Antena <i>Egg WA 90 HA 190</i>	61
Tabel 5.6. Hasil pengukuran <i>VSWR</i> dan <i>Return Loss</i> Antena <i>Egg WA 90 HA 145</i>	63
Tabel 5.7. Perbandingan nilai <i>VSWR</i> dan <i>Return Loss</i> untuk frekuensi 5,5 GHz	64



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Langkah – langkah simulasi

LAMPIRAN 2

Langkah – langkah pengukuran lapangan di ARHANUD TNI

(based on Manual book Radar Giraffe)



ABSTRAK

MUCHAMMAD HIFNI, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2010, *Performansi Antena Rugby Ball pada Radar Giraffe*, Dosen Pembimbing : Rudy Yuwono, ST., M.Sc. Dan M. Fauzan Edy Purnomo, ST., MT.

Skripsi ini membahas antena *Rugby Ball* yang akan diimplementasikan pada Radar *Giraffe*. Hasil simulasi antena *Rugby Ball* dengan *bandwidth* 19,1 GHz dari range frekuensi 0,9 GHz hingga 20 GHz menjadikan antena ini sebagai antena Ultra Wide Band, yang diperkirakan mampu diimplementasikan pada Radar *Giraffe* yang bekerja pada Frekuensi C-Band, yaitu 5,4 – 5,9 GHz. Dengan melihat dari sisi range frekuensi kerja, maka sangat memungkinkan Antena *Rugby Ball* diteliti performansinya untuk digunakan sebagai antena pada Radar *Giraffe*.

Penyusunan skripsi ini menggunakan metode kuantitatif. Tahap pertama adalah perancangan antena dan simulasi yang menggunakan *software* pendukung bernama IE3D untuk menghasilkan dimensi antena sesuai dengan hasil simulasi yang diinginkan. Tahap kedua yaitu pembuatan antena yang berdimensi sesuai dengan perancangan pada tahap pertama. Tahap ketiga adalah pengambilan data yang diperoleh dari dua proses dan lokasi yang berbeda. Pengujian lapangan di Arhanud TNI AD diperoleh data parameter PRF (*Pulse Repetition Frequency*), *Pulse Width* dan *Receiving Limited Level* dari Antena yang digunakan pada Radar *Giraffe*. Sedangkan pengujian di laboratorium LIPI Bandung diperoleh hasil parameter VSWR, *Return Loss*, dan transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF dari antena *Rugby Ball* dan antena *Egg* (antena hasil modifikasi antena *Rugby Ball*). Proses analisis data yaitu membandingkan data yang diperoleh dari pengukuran Lapangan (Arhanud TNI AD) dan Laboratorium (LIPI Bandung). Tahap terakhir adalah pengambilan kesimpulan yang dilakukan berdasarkan data hasil pengujian.

Berdasarkan hasil pengukuran parameter VSWR, *Return Loss*, dan transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*), antena *Egg* yang merupakan optimasi dari antena *Rugby Ball* dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan Radar *Giraffe* untuk beroperasi sebagaimana mestinya. Maka secara teori Antena *Egg* yang merupakan hasil optimasi antena *Rugby Ball* dapat diimplementasikan pada radar *Giraffe*.

Kata kunci : Antena *Rugby Ball*, Antena *Egg*, Radar *Giraffe*, VSWR, *Return Loss*, PRF

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi komunikasi menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, khususnya komunikasi *wireless*. Komunikasi ini membutuhkan antena untuk mengirimkan dan menerima sinyal informasi. Salah satunya adalah antena *Monostatic Microwave Radar* yang merupakan jenis antena *Ultra Wide Band* untuk mendeteksi jarak dekat (*near-range*) dan mengcover daerah berdasarkan gelombang pulsa radar yang dikembangkan pada *Departemen High Frequency Engineering*, Universitas Kassel. Antena *Ultra Wide Band* merupakan sebuah perangkat yang mempunyai emisi /daya pancar dengan bandwidth yang lebih besar daripada 0.2 atau lebih besar daripada 1.5 GHz. Untuk aplikasi *Monostatic Microwave Radar*, antena tersebut diharapkan dapat mentransmisikan dan menerima gelombang dengan FWHM (Full Width at Half Maximum) sebesar 150 ps dan rise time sebesar 100 ps, karena itulah bandwidth antena minimal harus sebesar 3.5 GHz.

Antena *Rugby Ball* sebagai antena *Ultra Wide band* menggunakan bahan Aluminium dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 2, dengan ukuran tinggi (HA) = 115 mm dan lebar (WA) = 135 mm. Karena bentuknya yang mirip dengan bentuk bola *rugby* (*American Football*) maka antena tersebut dinamakan dengan antena *Rugby Ball*.

Penulisan skripsi ini berdasarkan Jurnal (Yuwono, Rudy, "A Novel *Rugby Ball* Antenna for Ultra Wide Band Communications", *Journal of Engineering Faculty of Brawijaya University Malang*. ISSN : 0859-212139, Volume 12 No.2 Agustus 2005), berisi tentang hasil simulasi antena *Rugby Ball* yang memiliki lebar *bandwidth* 19,1 GHz dari range frekuensi 0,9 GHz hingga 20 Ghz. Sedangkan Radar *Rugby Ball* sendiri bekerja pada Frekuensi C-Band, yaitu 5,4 – 5,9 GHz. Sehingga dari sisi range frekuensi kerja, maka sangat memungkinkan Antena *Rugby Ball* dianalisis performansinya untuk digunakan sebagai antena pada Radar *Rugby Ball*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Menganalisis *Return Loss*, *VSWR*, penguatan, *directivity* dan pola radiasi hasil simulasi Antena *Rugby Ball* agar diketahui unjuk kerja dari antena.

2. Melakukan pengukuran terhadap antena *Rugby Ball* untuk mengetahui performansi antena yang meliputi *Return Loss*, *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)* serta membandingkan hasilnya dengan simulasi.
3. Menganalisis parameter - parameter PRF (*Pulse Repetition Frequency*), *Pulse Length* dan *Receiving Limited Level* dari Antena yang digunakan pada Radar *Rugby Ball* maupun Antena *Rugby Ball*, yang merupakan parameter penting dari keberhasilan penelitian Performansi Antena *Rugby Ball* untuk digunakan pada Radar *Rugby Ball*.

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam skripsi ini pembahasan difokuskan pada:

1. Antena *Rugby Ball* adalah antena hasil thesis penelitian Rudy Yuwono.
2. Antena *Rugby Ball* berfungsi sebagai antena *Transceiver*.
3. Pengukuran menggunakan *Sweep oscilator* dan *Spectrum Analyzer* yang mampu bekerja minimal hingga frekuensi 7 Ghz.
4. Pengukuran parameter antena meliputi *Return Loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi, polarisasi, PRF, *Pulse Length* dan *Receiving Limited Level*.
5. Pengujian antena dilakukan di ruang terbuka dan rugi-rugi perambatan gelombang elektromagnetik di ruang terbuka tidak diperhitungkan.
6. Radar *Rugby Ball* yang digunakan adalah pabrikan *Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*
7. Tidak membahas peralatan pendukung kerja Radar *Rugby Ball*.

1.4 TUJUAN

Tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah membuktikan secara teori bahwa antena *Rugby Ball* dapat diimplementasikan pada Radar *Rugby Ball*.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I

PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan yang akan dicapai, dan sistematika penulisan skripsi ini. Secara garis besar menguraikan alasan peneliti dalam memilih judul dan obyek penelitian serta penjelasan detail tentang ruang lingkup penelitian ini.

BAB II

DASAR TEORI

Berisi keterangan tentang teori penunjang untuk perencanaan dan pembuatan antena UWB, teori dasar dan parameter dasar antena yang akan dihitung dan diukur. Parameter-parameter dasar tersebut meliputi *VSWR*, *return loss* (RL), dan *bandwidth*. Kemudian teori dan sistem radar, data spesifikasi radar *Rugby Ball* berdasarkan *manual book* radar *Rugby Ball*.

BAB III

METODOLOGI

Metodologi adalah sebuah cara atau rangkaian yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Penelitian dalam skripsi ini adalah penelitian yang aplikatif, yaitu mendesain dan memfabrikasi Antena *Rugby Ball* untuk Radar *Rugby Ball*. Bagian ini menjelaskan tahapan proses penyelesaian terhadap penelitian dalam proses skripsi ini. Serta menguraikan langkah langkah yang dilakukan pada setiap tahap

BAB IV

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ANTENA RUGBY BALL

Membahas tentang perencanaan dimensi antena kemudian melakukan simulasi menggunakan *Software* IE3D. Hasil perencanaan kemudian difabrikasi. Juga membahas penentuan substrat yang digunakan, pemilihan dan penggunaan bahan pendukung antena yang lain.

BAB V

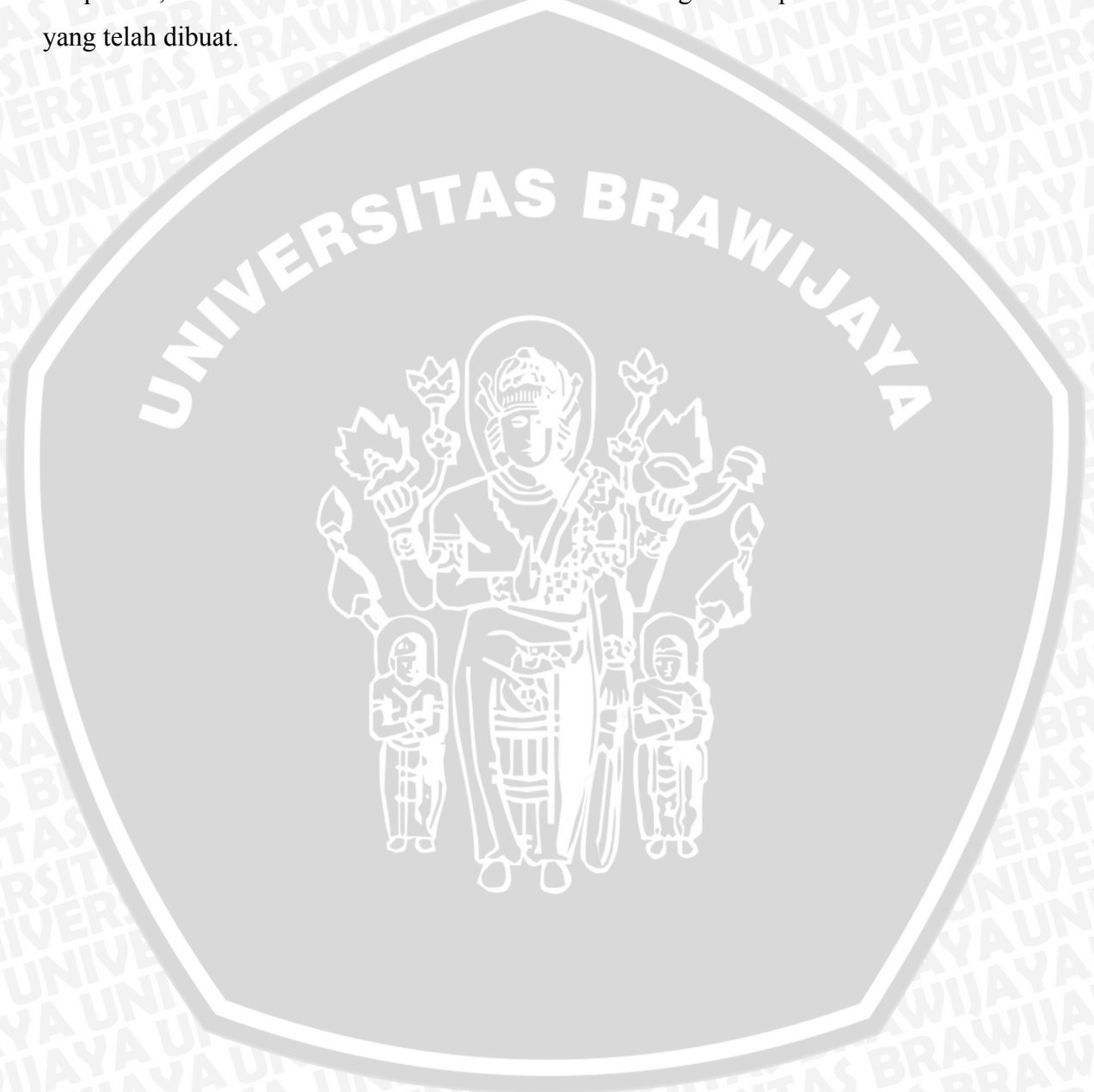
PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan mengenai langkah langkah pengujian terhadap antena yang akan diuji, berisis tentang data data hasil pengujian. Kemudian dilakukan pembahasan berdasarkan data data hasil pengujian yang telah dilakukan. Analisa data yang dilakukan dalam skripsi ini yaitu membandingkan hasil pengujian lapangan dan laboratorium antara Performansi Antena *Rugby Ball* dengan Performansi Antena pada Radar *Rugby Ball*. Pengujian lapangan menghasilkan parameter PRF, *Receiver Limiting Level* dan *Pulse Length*. Pengujian laboratorium menghasilkan nilai *VSWR*, *Return Loss*, *Bandwidth*, PRF dan *Pulse Length*.

BAB VI

PENUTUP

Memuat kesimpulan yang dapat diambil setelah mendapatkan hasil dari pengukuran parameter – parameter antena yang diukur dan dibandingkan dengan perencanaan yang ada. Data ini menjadi acuan dalam pengambilan kesimpulan pada skripsi ini, serta memberikan saran untuk lebih meningkatkan performansi antena yang telah dibuat.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Gambaran Umum

Antena merupakan suatu komponen yang penting pada sistem komunikasi yang berfungsi sebagai sarana untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Dengan kata lain antena sebagai media peralihan antara ruang bebas (*free space*) dengan saluran transmisi, yakni dari gelombang elektromagnetik menjadi energi listrik atau sebaliknya (Balanis, 1982:1)

Pada bab ini akan dibahas beberapa teori penunjang untuk perencanaan dan pembuatan antena UWB, teori dasar dan parameter dasar antena yang akan dihitung dan diukur. Parameter-parameter dasar tersebut meliputi polarisasi, pola radiasi, *gain*, *VSWR*, *return loss* (RL), dan *bandwidth*. Kemudian teori dan sistem radar, data spesifikasi radar *Giraffe* berdasarkan *manual book* radar *Giraffe*.

2.2 Parameter-parameter Antena

Parameter-parameter antena adalah suatu hal yang sangat penting untuk menjelaskan unjuk kerja suatu antena. Berkaitan dengan penulisan skripsi ini, diperlukan beberapa parameter-parameter antena yang akan memberi informasi unjuk kerja suatu antena.

2.2.1 Impedansi terminal antena

Impedansi terminal antena perlu diketahui, hal ini untuk keperluan pemindahan daya dari atau menuju antena. Secara umum impedansi terminal antena didefinisikan sebagai impedansi yang ditimbulkan antena pada terminalnya, dapat dituliskan (Balanis, 1982) :

$$Z_A = R_A + jX_A \quad (2.1)$$

dengan :

Z_A = Impedansi terminal antena (Ω)

R_A = Resistansi terminal antena (Ω)

X_A = Reaktansi terminal antena (Ω)

Daya total yang disuplai ke antena adalah (Balanis, 1982) :

$$P_{in} = I^2 \cdot R_A \quad (2.2)$$

Dengan daya yang dipancarkan :

$$P_{rad} = I^2 \cdot R_{rad} \quad (2.3)$$

dengan :

P_{in} = daya input antena (*watt*)

I = arus rms pada terminal antena (*ampere*)

P_{rad} = daya yang diradiasikan antena (*watt*)

Impedansi antena juga dapat diperoleh dari koefisien pantul dengan persamaan sebagai berikut (Edgar Hund, 1989: 44) :

$$|\Gamma| = \left| \frac{Z_{ant} - Z_c}{Z_{ant} + Z_c} \right| \quad (2.4)$$

sehingga diperoleh:

$$Z_{ant} = Z_c \left(\frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \right) \quad (2.5)$$

dengan :

Z_{ant} = impedansi antena (Ω)

Z_c = impedansi karakteristik (Ω)

Γ = koefisien pantul

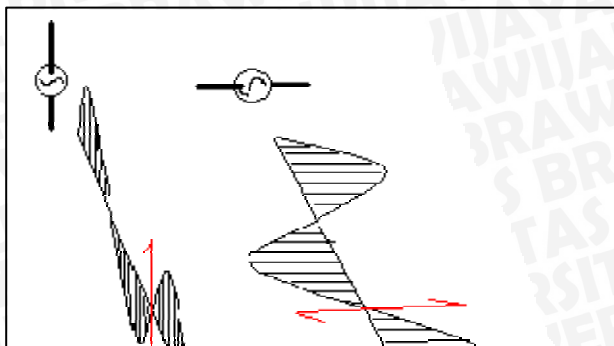
2.2.2 Polarisasi

Polarisasi digambarkan sebagai arah vektor gelombang medan elektrik yang diradiasikan. Polarisasi juga dapat diartikan sebagai arah getaran gelombang radio atau dalam bahasa yang lebih tepat adalah arah medan elektrik gelombang radio yang dibangkitkan dari sebuah antena.

Secara umum medan elektrik antena total (medan E) mempunyai dua komponen dalam satu bidang. Dua komponen medan E ini mungkin mempunyai besar dan arah sudut yang berbeda.

Kedua antena, baik pada pemancar maupun pada penerima, harus memiliki polarisasi yang sama agar gelombang yang dipancarkan dapat diterima secara maksimum. Jika kedua antena yang terpolarisasi secara linier tidak sama orientasinya, maka akan terjadi penurunan *transfer* energi akibat ketidaksetaraan (*mismatch*) polarisasi.

Polarisasi linier terbagi menjadi dua macam bentuk polarisasinya, yaitu polarisasi linier secara horisontal dan secara vertikal.

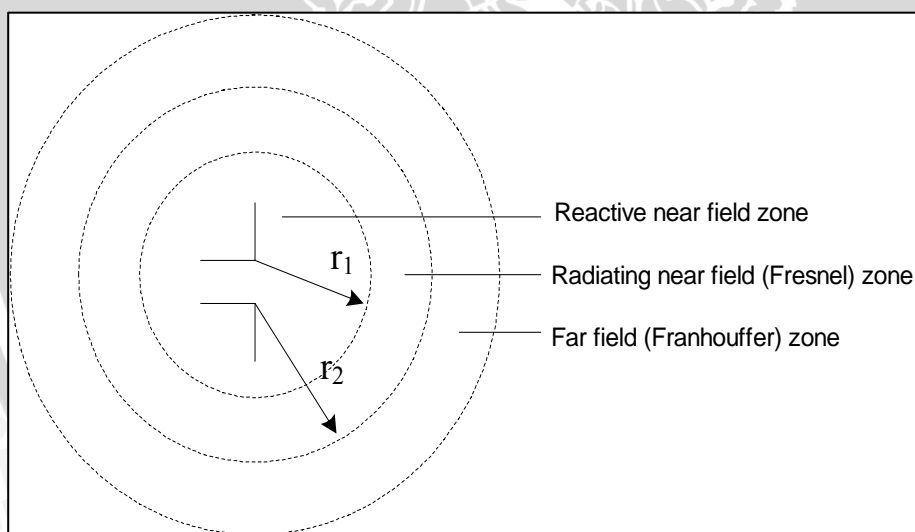


Gambar 2.1 Gelombang dengan polarisasi linier : vertikal (a), horisontal (b).

(Sumber:www.signalengineering.com)

2.2.3 Daerah medan radiasi

Daerah medan radiasi suatu antenna adalah daerah di mana radiasi antenna tersebut masih dapat diterima dengan baik. Daerah medan radiasi ini disebut juga jangkauan sinyal dari suatu antenna sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2.2 Pembagian Daerah Medan Radiasi Antena

(Sumber: Balanis, 1982: 22)

dengan $r_1 = 0,62\sqrt{D^3/\lambda}$,

$$r_2 = 2D^2/\lambda$$

r_1 dan r_2 = jarak medan radiasi;(m)
 Daerah medan radiasi terbagi menjadi tiga, yaitu :

- *Reactive Near-Field Zone*

Pada daerah ini, medan reaktif sangat mendominasi.



Batas daerah ini:

$$r < 0,62\sqrt{D^3/\lambda} \quad (2.6)$$

dengan r = jarak medan radiasi (m)

λ = panjang gelombang (m)

D = dimensi antena (m)

- *Radiating Near-Field (Fresnel) Zone*

Adalah daerah medan di antara *reactive near field zone* dan *far field zone*.

Pada daerah ini, medan radiasi sangat berpengaruh. Dan distribusi medan sudut (*angular field distribution*) bergantung pada jarak dari antena.

Batas daerah ini :

$$0,62\sqrt{D^3/\lambda} \leq \text{daerah Fresnel} < 2D^2/\lambda \quad (2.7)$$

- *Far-Field (Franhouffer) Zone*

Adalah daerah medan antena dengan distribusi medan sudut sangat tidak bergantung pada jarak dari antena.

Batas daerah ini :

$$2D^2/\lambda \leq r < \infty \quad (2.8)$$

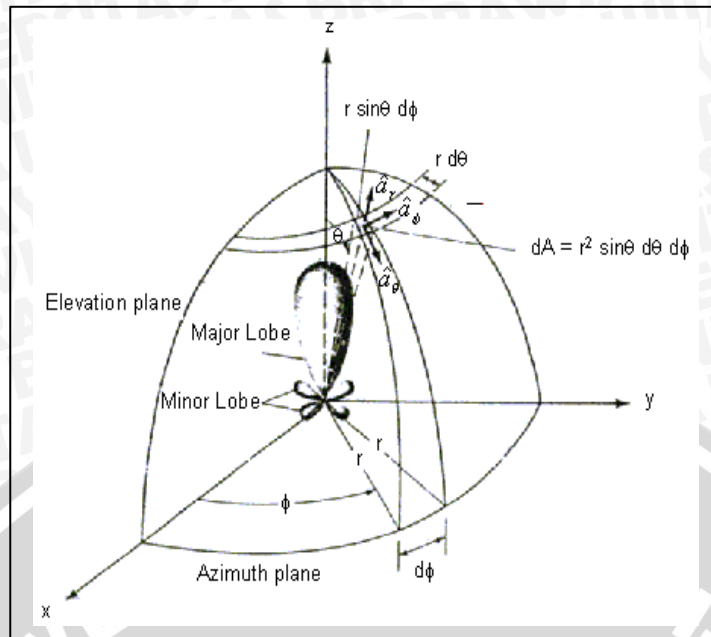
Pola medan pada daerah ini mempunyai komponen-komponen medan saling tegak lurus.

2.2.4 Pola radiasi

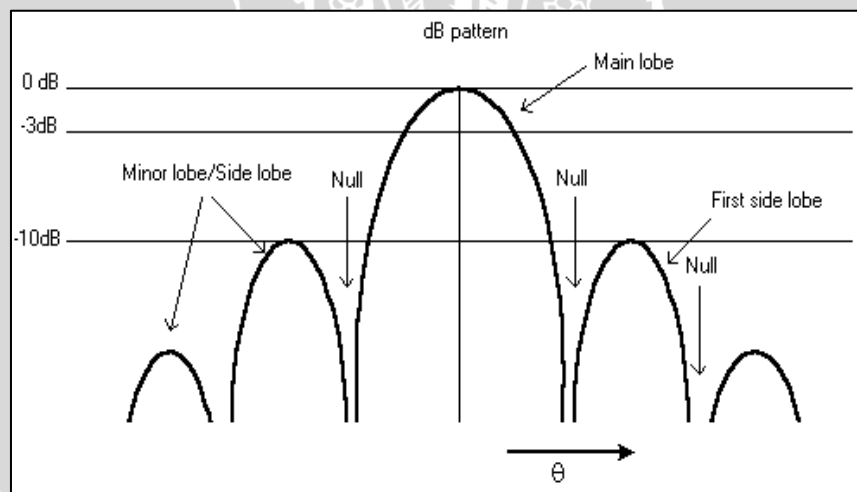
Karakteristik antena seperti *beamwidth*, *Front to Back Ratio* (F/B) akan lebih mudah ditentukan bila diketahui bentuk pola radiasinya. Pola radiasi antena didefinisikan gambaran secara grafis sifat-sifat radiasi medan jauh dari antena sebagai fungsi koordinat ruang (tiga dimensi). Sifat-sifat radiasi ini meliputi intensitas radiasi, kuat medan, dan polarisasi (Balanis, 1982).

Pengukuran pola radiasi dilakukan dari sudut 0° sampai 360° . Hasil perhitungan dapat diplot pada grafik polar, yang selanjutnya dapat dicari nilai -3 dB *beamwidth* setengah dayanya. Nilai -3 dB *beamwidth* setengah daya yang telah diketahui digambar terhadap fungsi frekuensi kerja, baik untuk pola radiasi horisontal maupun pola radiasi vertikal.

Pola radiasi dapat diukur dengan menggerakkan probe antena di sekitar antena yang diukur pada jarak yang tetap, kemudian mencatat respon sebagai fungsi koordinat sudut (θ, ϕ) pada radius konstan.



Gambar 2.3 Pola Medan Radiasi Antena
(Sumber: Balanis, 1982)



Gambar 2.4 Pola Radiasi Antena dalam Koordinat
Rectangular dan Skala dB
(Sumber: Balanis, 1982)

2.2.5 Lobe-lobe pola radiasi dan beamwidth

Pola radiasi terdiri dari lobe-lobe radiasi yang meliputi *Main Lobe* dan *Minor Lobe*. *Main Lobe* adalah arah radiasi maksimum antenna. Sedangkan *Minor Lobe* yang terdiri dari *Side Lobe* dan *Back Lobe* adalah radiasi pada arah lain yang biasanya tidak dikehendaki.



Sebagian besar antenna dirancang untuk mengkonsentrasikan energi pada satu arah tertentu. Ukuran konsentrasi pada *main lobe* tersebut dinamakan *Beamwidth*. *Half Power Beamwidth* (HPBW) didefinisikan sebagai sudut antara titik-titik di mana pada titik tersebut pancaran utama dari pola daya adalah setengah daya maksimum. *Beam Area* adalah sudut solid dari daya yang diradiasikan antenna, yang terdiri dari *main beam area* dan *minor-lobe beam area* dengan rumusan sebagai berikut (Kraus, 1988) :

$$\Omega_A \approx \Omega_M + \Omega_m \quad (\text{steradian}) \quad (2.9)$$

dengan :

$$\Omega_A = \text{beam area (steradian) atau (radian}^2\text{) atau (derajat}^2\text{)}$$

$$\Omega_M = \text{main beam area (steradian) atau (radian}^2\text{) atau (derajat}^2\text{)}$$

$$\Omega_m = \text{minor-lobe beam area (steradian) atau (radian}^2\text{) atau (derajat}^2\text{)}$$

dengan mengabaikan *minor lobe*, maka diperoleh (Kraus, 1988) :

$$\Omega_A \approx \theta_{HP} \cdot \phi_{HP} \quad (\text{steradian}) \quad (2.10)$$

atau

$$\Omega_A \approx 3283 \times \theta^{\circ}_{HP} \cdot \phi^{\circ}_{HP} \quad (\text{derajat}^2) \quad (2.11)$$

dengan :

$$\theta_{HP} = \text{half-power beam width pada bidang } \theta \text{ (radian)}$$

$$\phi_{HP} = \text{half-power beam width pada bidang } \phi \text{ (radian)}$$

$$\theta^{\circ}_{HP} = \text{half-power beam width pada bidang } \theta \text{ (derajat)}$$

$$\phi^{\circ}_{HP} = \text{half-power beam width pada bidang } \phi \text{ (derajat)}$$

$$\Omega_A = \text{beam area (steradian) atau (radian}^2\text{) atau (derajat}^2\text{)}$$

2.2.6 Keterarahan (*directivity*)

Keterarahan suatu antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas radiasi maksimum antenna dengan intensitas radiasi dari sumber isotropis. Keterarahan dapat dihitung dengan menggunakan hasil pengukuran pola radiasi, salah satu metode yang diperkenalkan oleh Kraus menggunakan prosedur sebagai berikut:

1. Mengukur pola radiasi horisontal dan vertikal antenna yang diuji
2. Menentukan nilai -3dB *beamwidth* setengah daya dari pola radiasi horisontal dan vertikal
3. Menghitung *directivity* dengan persamaan sebagai berikut:



$$D = \frac{4\pi_{(steradian)}}{\theta \cdot \phi_{(radian^2)}} \tag{2.12}$$

$$1 \text{ steradian} = 1 \text{ radian}^2$$

dengan :

D = directivity (tanpa satuan)

θ = -3dB *beamwidth* pola radiasi vertikal (rad)

Φ = -3dB *beamwidth* pola radiasi horisontal (rad)

2.2.7 Gain antenna

Penguatan daya disini mempunyai pengertian yang tidak sama dengan penguatan daya yang sering dijumpai pada *amplifier*. Penguatan daya disini mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh suatu antenna tertentu dibandingkan dengan daya yang dipancarkan oleh suatu antenna isotropis yang bentuk polanya seperti bola. *Radiator* isotropis sebenarnya adalah konsep teoritis, sedang pada praktisnya *gain* antenna biasanya dibandingkan dengan intensitas radiasi sebuah antenna standar dipole $\frac{1}{2} \lambda$ yang kira-kira 1,64 kali atau 2,15 dB dibandingkan dengan suatu radiator isotropis. Sehingga besar *gain* terhadap sumber isotropis adalah:

$$G = 1,64 \times \frac{P_U}{P_R} \tag{2.13}$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log 1,64 \frac{P_U}{P_R} \tag{2.14}$$

$$G = 2,15 + P_U(\text{dBm}) - P_R(\text{dBm}) \tag{2.15}$$

dengan :

G = *gain* antenna uji (dB)

P_U = daya yang diterima antenna uji (W)

P_R = daya yang diterima antenna referensi (W)

2.2.8 VSWR (*voltage standing wave ratio*)

VSWR suatu antenna merupakan perbandingan antara jumlah tegangan datang dan tegangan pantul dengan selisih antara tegangan datang dan tegangan pantul. Nilai VSWR dapat diperoleh dari koefisien pantul dengan persamaan (Edgar Hund, 1989: 43):



$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.16)$$

dengan Γ dapat diperoleh dari persamaan :

$$P_r = \Gamma^2 \cdot P_{out} \quad (2.17)$$

$$\Gamma^2 = \frac{P_r}{P_{out}} \quad (2.18)$$

dengan :

Γ = koefisien pantul

P_r = daya terpantul (watt)

P_{out} = daya keluaran (watt)

2.2.9 Return Loss (RL)

Return loss adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. *Return loss* adalah parameter seperti *VSWR* yang menentukan *matching* antara antenna dan *transmitter*.

Koefisien pantul (*reflection coefficient*) adalah perbandingan antara tegangan pantul dengan tegangan datang (*forward voltage*). Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10%-nya terpantulkan kembali. Koefisien pantul dan *return loss* didefinisikan sebagai (Punit, 2004: 19):

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} \quad (2.19)$$

$$RL = -20 \cdot \log \Gamma \quad (dB) \quad (2.20)$$

dengan :

Γ = koefisien pantul

V_r = tegangan gelombang pantul (*reflected wave*) (volt)

V_i = tegangan gelombang datang (*incident wave*) (volt)

RL = *return loss* (dB)

Untuk *matching* sempurna antara pemancar 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 akan dipantulkan.

2.2.10 Lebar Pita (Bandwidth)

Bandwidth antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi antenna dengan beberapa karakteristik, sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Untuk *Broadband* antenna,

bandwidth dinyatakan sebagai perbandingan frekuensi operasi atas (*upper*) dengan frekuensi bawah (*lower*). Sedangkan untuk *Narrowband* antena, maka *bandwidth* antena dinyatakan sebagai persentase dari selisih frekuensi di atas frekuensi tengah dari lebar bidang (Balanis, 1982: 47).

Untuk persamaan *bandwidth* dalam persen (B_p) atau sebagai rasio *bandwidth* (B_r) dinyatakan sebagai (Punit, 2004: 22) :

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (2.21)$$

$$f_c = \frac{f_u + f_l}{2} \quad (2.22)$$

$$B_r = \frac{f_u}{f_l} \quad (2.23)$$

dengan :

B_p = *bandwidth* dalam persen (%)

B_r = *bandwidth* rasio

f_u = frekuensi atas (Hz)

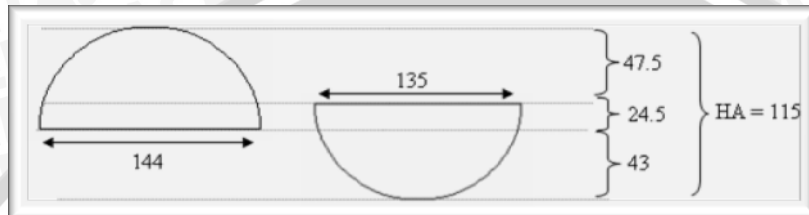
f_l = frekuensi bawah (Hz)



2.3 Struktur Dasar Antena UWB Rugby Ball

Didasarkan pada hasil penelitian Rudy Yuwono mengenai perencanaan antena *Rugby Ball* berdimensi HA = 115mm dan WA = 135mm seperti dijelaskan berikut ini.

Rugby Ball antena terbentuk dari dua setengah lingkaran yang memiliki diameter yang berbeda. Untuk lingkaran kecil bagian bawah memiliki diameter 135 mm ($r = 67.5$), untuk lingkaran yang lebih besar memiliki diameter 144 cm ($r = 72$). Sehingga ;



Gambar 2.5 Struktur Dasar Antena *Rugby Ball*

Sumber: Thesis Rudy Yuwono

Sehingga perbandingannya 47.5 : 24.5 : 43 (A:B:C)

Diameter lingkaran besar menjadi $47.5 + 24.5 = 72$

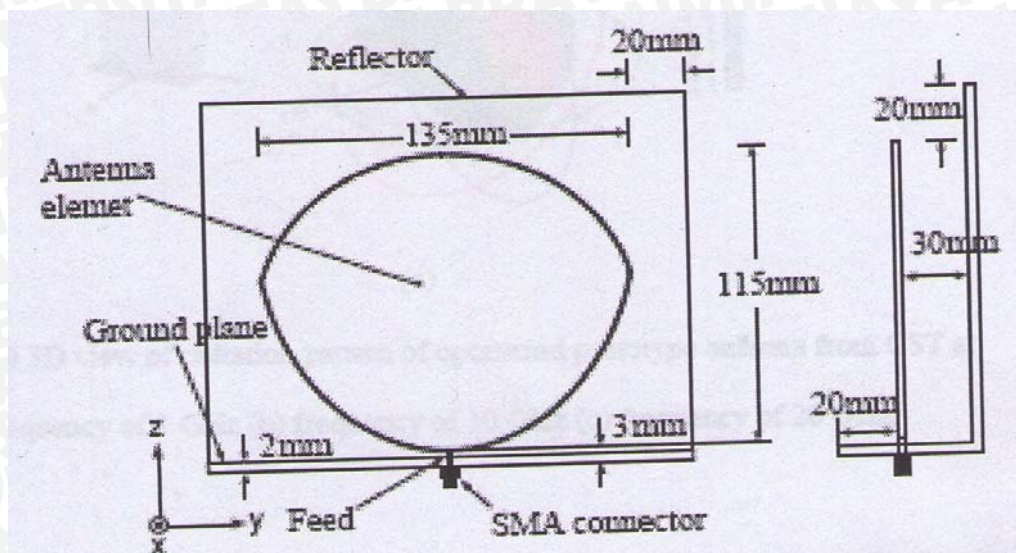
Diameter lingkaran yang kecil $24.5 + 43 = 67.5$; nilai 24.5 merupakan perpotongan antara lingkaran.

Perpotongan lingkaran kecil sebesar 36,296 %

(didapat dari ukuran UWB awal sebesar $\frac{24,5}{67,5} \times 100 = 36,296 \%$).

Maka ukuran HA:WA = 85,1849 : 100 atau rasionya sebesar 17 : 20.

Rugby Ball antenna memiliki ground plane berbentuk persegi. Dimensi *Rugby Ball* antena dengan WA 135mm memiliki range frekuensi 0,9 – 20 GHz, dengan dimensi reflektor dan ground plane yang telah dioptimalisasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6. Posisi *Rugby Ball* antenna terhadap reflektor dan ground plane yang telah dioptimalisasi menggunakan bahan lempengan aluminium dengan ketebalan 2mm.



Gambar 2.6 Dimensi keseluruhan antenna yang telah dioptimalisasi

Sumber : A.Ruengwaree,2007.

2.3.1 Impedansi Masukan dan Penyesuai Impedansi

Perencanaan impedansi masukan untuk elemen peradiasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$Z_{in} = 90 \frac{\epsilon_r^2}{\epsilon_r - 1} \left(\frac{W_A}{h_A} \right)^2 \quad (2.24)$$

$$Z_{in} = 90 \frac{2^2}{2-1} \left(\frac{110}{11.5} \right)^2 = 496.08 \Omega \quad (2.25)$$

Dari perhitungan diatas didapat bahwa impedansi elemen peradiasi sebesar 496.08 Ω .

Sedangkan untuk penyesuai impedansi antenna ini didapat dari persamaan :

$$Z_T = \sqrt{Z_0 \cdot Z_{in}} \quad (2.26)$$

$$Z_T = \sqrt{50 \cdot 496.08} = 157.49 \Omega \quad (2.27)$$

2.3.2 Spesifikasi Substrat dan Bahan Konduktor

Bahan substrat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Bahan Aluminium
Konstanta Dielektrik (ϵ_r) = 2.
Ketebalan dielektrik (h) = 2 mm.
Konduktivitas Aluminium (σ) = $3.77E + 007$ s/m.
- Substrat layer/ bahan pelapis substrat pada antenna *Rugby Ball* ini adalah udara dengan Konstanta Dielektrik = 1.

- Impedansi karakteristik saluran 50Ω .

2.4 Radio Detection And Ranging (RADAR)

Radar (dalam [bahasa Inggris](#) merupakan singkatan dari radio detection and ranging, yang berarti [deteksi](#) dan penjarakan radio) adalah sistem yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda-benda seperti [pesawat](#) dan [hujan](#). Istilah radar pertama kali digunakan pada tahun 1941, menggantikan istilah dari singkatan Inggris RDF (Radio Directon Finding). [Gelombang radio](#) kuat dikirim dan sebuah penerima mendengar [gema](#) yang kembali. Dengan menganalisa [sinyal](#) yang dipantulkan, pemantul gema dapat ditentukan lokasinya dan kadang-kadang ditentukan jenisnya. Walaupun sinyal yang diterima kecil, tapi radio sinyal dapat dengan mudah dideteksi dan diperkuat.

Gelombang radio radar dapat diproduksi dengan kekuatan yang diinginkan, dan mendeteksi gelombang yang lemah, dan kemudian diampifikasi(diperkuat) beberapa kali. Oleh karena itu radar digunakan untuk mendeteksi objek jarak jauh yang tidak dapat dideteksi oleh suara atau cahaya. Penggunaan radar sangat luas, alat ini bisa digunakan di bidang meteorologi, pengaturan lalu lintas udara, deteksi kecepatan oleh polisi, dan terutama oleh militer.

2.4.1 Sejarah Radar

Tahun 1865 seorang ahli fisika Inggris “James Clerk Maxwell“ mengembangkan dasar-dasar teori tentang elektromagnetik. Dan satu tahun kemudian, “Heinrich Rudolf Hertz” seorang ahli fisika Jerman berhasil membuktikan teori Maxwell dengan menemukan gelombang elektromagnetik.



Gambar 2.7 Perangkat radar pada bandara

(Sumber : www.e-dukasi.net)

Penggunaan gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda, pertama diterapkan oleh Christian Hülsmeyer pada tahun 1904 dengan mempertunjukkan kebolehan mendeteksi kehadiran dari suatu kapal pada cuaca berkabut tebal, tetapi belum sampai mengetahui jarak kapal tersebut.

Pada tahun 1921 “Albert Wallace Hull” menemukan Magnetron sebagai tabung pemancar sinyal/transmitter efisien. Tahun 1922 “A. H. Taylor and L.C.Young” dan tahun 1930 L. A. Hyland dari Laboratorium Riset kelautan Amerika Serikat, berturut-turut berhasil menempatkan transmitter pada kapal kayu dan pesawat terbang untuk pertama kalinya.

Sebelum Perang Dunia II yakni antara tahun 1934 hingga 1936, ilmuan dari Amerika, Jerman, Prancis dan Inggris mengembangkan sistem radar. Namun setelah Perang Dunia II sistem radar berkembang sangat pesat, baik tingkat resolusi dan portabilitas yang lebih tinggi, maupun peningkatan kemampuan sistem radar sebagai pertahanan militer. Hingga saat ini sistem radar sudah lebih luas lagi penggunaannya yakni meliputi kendali lalu lintas udara (Air Traffic Control), pemantau cuaca dan jalan.

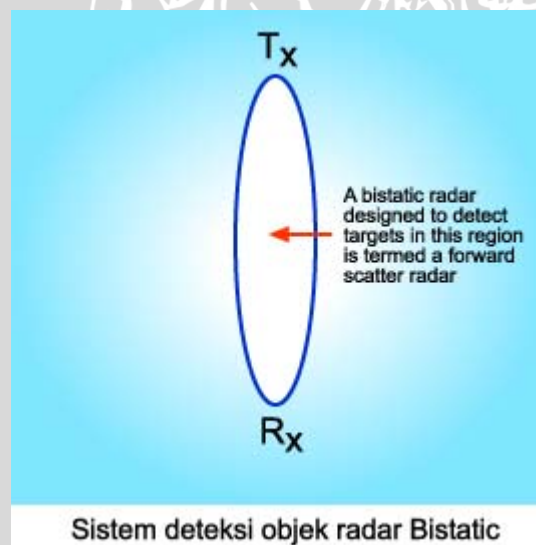
2.4.2 Jenis-jenis Radar

1. Doppler Radar Radar Doppler merupakan jenis radar yang menggunakan Efek Doppler untuk mengukur kecepatan radial dari sebuah objek yang masuk daerah tangkapan radar. Radar jenis ini sangat akurat dalam mengukur kecepatan radial. Contoh Radar Doppler yaitu Weather radar yang digunakan untuk mendeteksi cuaca.



Gambar 2.8 Efek Doppler
(Sumber : www.e-dukasi.net)

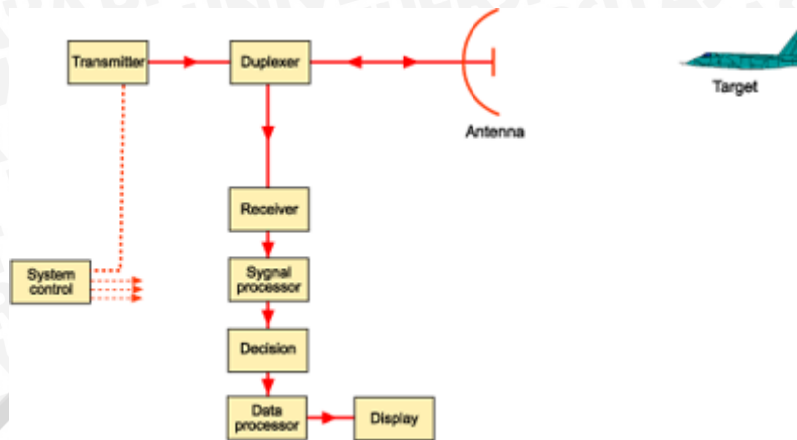
2. Bistatic Radar Radar Bistatic adalah jenis sistem radar yang mempunyai komponen pemancar sinyal (transmitter) dan penerima sinyal (*receiver*) dipisahkan oleh suatu jarak yang dapat dibanding dengan jarak target/objek. Objek dideteksi berdasarkan pantulan sinyal dari objek tersebut ke pusat antena. Contoh Radar Bistatic yaitu Passive radar.



Gambar 2.9 Cara kerja Radar Bistatic
(Sumber : www.e-dukasi.net)

2.4.3 Sistem Radar

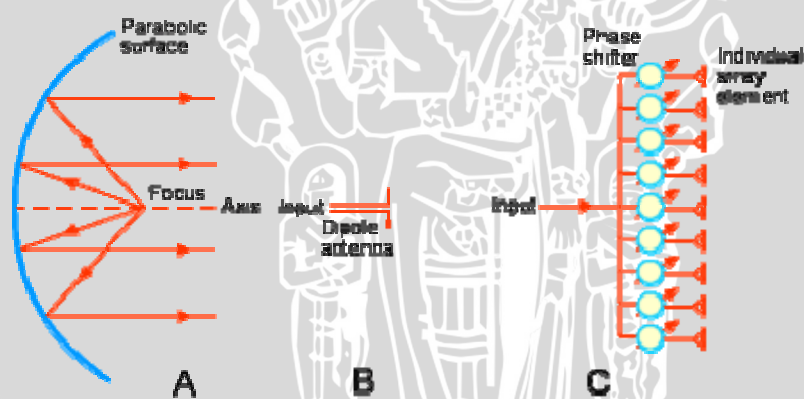
Sistem radar mempunyai tiga komponen utama yakni: Antena, *Transmitter* (Pemancar sinyal), *Receiver* (penerima sinyal).



Gambar 2.10 Bagan sistem radar

(Sumber : www.e-dukasi.net)

1. Antena



Gambar 2.11 Sistem antena

(Sumber : www.e-dukasi.net)

Antena radar adalah suatu antena reflektor berbentuk parabola yang menyebarkan energi elektromagnetik dari titik fokusnya dan dicerminkan melalui permukaan yang berbentuk parabola sebagai berkas sempit (gbr.A). Antena radar merupakan dwikutub (gbr.B). Input sinyal yang masuk dijabarkan dalam bentuk phased-array yang merupakan sebaran unsur-unsur objek yang tertangkap antena dan kemudian diteruskan ke pusat sistem radar (gbr.2.12).



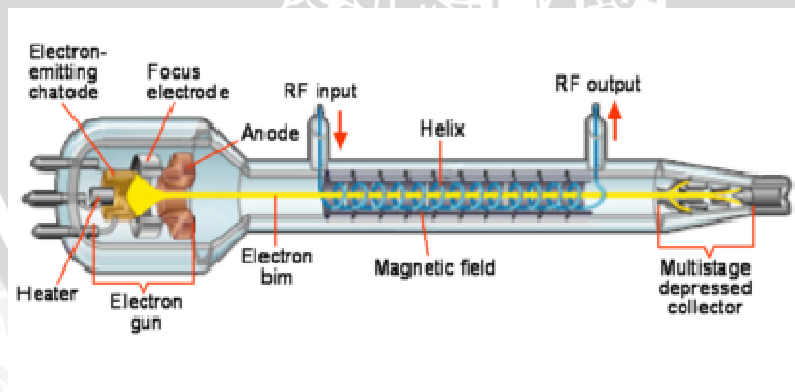
Gambar 2.12 Reflektor antenna

(Sumber : www.e-dukasi.net)

2. Pemancar Sinyal (*Transmitter*)

Transmitter pada sistem radar berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik melalui reflektor antenna agar sinyal objek yang berada pada daerah tangkapan radar dapat dikenali, umumnya Transmitter mempunyai bandwidth yang besar dan tenaga yang kuat serta dapat bekerja efisien, dapat dipercaya, tidak terlalu besar ukurannya dan juga tidak terlalu berat serta mudah perawatannya.

Contoh Transmitter berupa tabung :

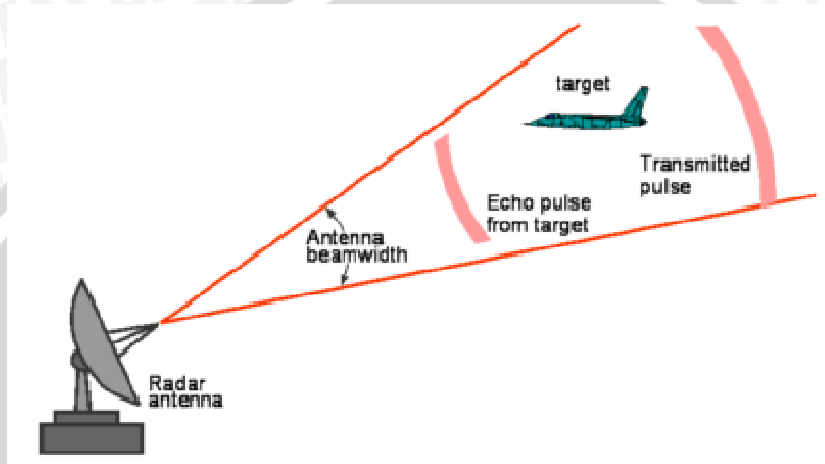


Gambar 2.13 Bagan Transmitter radar

(Sumber : www.e-dukasi.net)

3. Penerima sinyal (*Receiver*)

Receiver pada sistem radar berfungsi untuk menerima pantulan kembali gelombang elektromagnetik dari sinyal objek yang tertangkap radar melalui reflektor antena, umumnya *Receiver* mempunyai kemampuan untuk menyaring sinyal agar sesuai dengan pendeteksian serta dapat menguatkan sinyal objek yang lemah dan meneruskan sinyal objek tersebut ke signal and data processor (Pemroses data dan sinyal) serta menampilkan gambarnya di layar monitor (*Display*).



Gambar 2.14 Prinsip Pengoperasian Radar

(Sumber : www.e-dukasi.net)

Radar pada umumnya beroperasi dengan menyebar tenaga elektromagnetik terbatas di dalam piringan antena yang bertujuan untuk menangkap sinyal dari benda yang melintas pada daerah tangkapan yang bersudut 20° – 40° . Ketika suatu benda masuk dalam daerah tangkapan antena, maka sinyal yang ditangkap akan diteruskan ke pusat sistem radar dan akan diproses hingga benda tersebut nantinya akan tampak dalam layar monitor/display

2.4.4 Kegunaan Radar

1. Keperluan Militer

a. Airborne early warning (AEW)

Adalah sistem radar untuk mendeteksi pesawat terbang lain. Sistem radar ini sering digunakan untuk pertahanan dan penyerangan udara.



Gambar 2.15 Radar pada pesawat udara

(Sumber : www.boeing.com)

b. Radar Pengendali/pemandu peluru kendali



Gambar 2.16 Radar pada peluru kendali

(Sumber : www.military.com)

Pesawat tempur Amerika Serikat F-14 yang menembakkan peluru kendali udara ke udara (air-to-air missile) “AIM-54 Phoenix” yang menggunakan radar pemandu untuk mencapai target penembakkan.

2. Keperluan Kepolisian

Radar Gun dan Microdigicam radar merupakan contoh radar yang sering digunakan pihak kepolisian untuk mendeteksi kecepatan kendaraan bermotor di jalan.



Radar gun



Microdigicam radar

Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 2.17 Radar untuk kepolisian

(Sumber : www.e-dukasi.net)

3. Keperluan Penerbangan

Air traffic control (ATC) adalah Kendali lalu lintas udara yang bertugas mengatur kelancaran lalu lintas udara bagi pesawat terbang yang akan lepas landas, ketika terbang di udara maupun ketika akan mendarat serta memberikan layanan informasi bagi pilot tentang cuaca, situasi dan kondisi Bandara.



Sumber: www.wikipedia.org

Gambar 2.18 Radar pada ATC bandara

(Sumber : www.e-dukasi.net)

4. Keperluan Cuaca

a. **Weather radar** merupakan jenis radar cuaca yang mampu mendeteksi intensitas curah hujan dan cuaca buruk seperti adanya badai.



Gambar 2.19 Radar cuaca
(Sumber : www.mit.edu)

b. **Wind profiler** merupakan jenis radar cuaca yang menggunakan gelombang suara (SODAR) untuk mendeteksi kecepatan dan arah angin.



Gambar 2.20 Radar angin
(Sumber : www.arm.gov)

2.4.5 Pulse Repetition Frequency (PRF)

Adalah jumlah pulsa yang dikirimkan per detik oleh radar. Istilah lain yang berkaitan dengan PRF adalah *Pulse Repetition Time* (PRT), *Pulse Repetition Interval* (PRI) atau *Inter Pulse Period* (IPP), yang berarti waktu yang dibutuhkan dari permulaan pulsa itu timbul hingga awal pulsa berikutnya (1 periode).

Pulse Repetition Time (PRT) dapat diketahui dengan membagi angka 1 dengan nilai PRF. Namun nilai PRT lebih umum disebutkan menjadi nilai PRF pada buku manual operasi dari sebuah merk radar begitu juga pada artikel – artikel di internet. Tetapi jika berdasarkan persamaannya, keduanya memiliki nilai yang berbeda namun saling berkaitan. Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$PRT = \frac{1}{PRF} \tag{2.28}$$

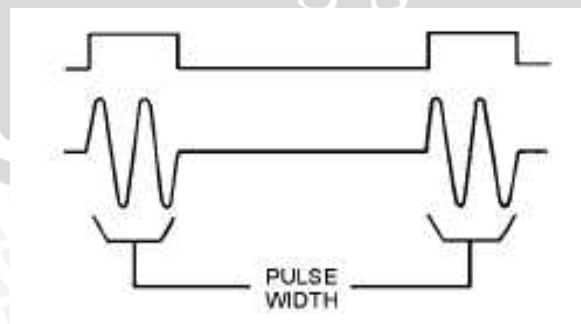
Selain itu PRF dan PRT berkaitan erat dalam mengetahui jarak jangkauan maksimum sebuah radar yaitu dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut ini :

$$R_{max} = \frac{C}{2 \times PRF} \tag{2.29}$$

Dengan : C = kecepatan rambat cahaya (300.000 km/s)

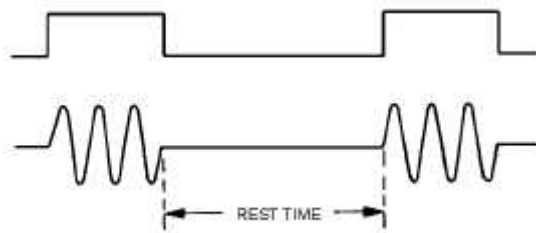
R_{max} = jarak jangkauan maksimum

Kemudian terdapat istilah *Pulse Width* atau juga disebut *Pulse Length* yang berarti lamanya suatu pulsa terjadi. Dan istilah lagi yang menjadi parameter yang harus diketahui dari suatu PRF adalah *Rest Time*, yang berarti lamanya waktu yang terjadi antar selang waktu 2 pulsa (*non pulse time*).



Gambar 2.21 Pulse Width atau *Pulse Length*

(Sumber : www.tpub.com)



Gambar 2.22 *Rest Time*
(Sumber : www.tpub.com)

Jika pada Radar *Giraffe*, saat terjadi *Pulse Length* maka Radar *Giraffe* akan mengirimkan atau memancarkan frekuensi kerjanya yaitu 5,4 – 5,9 GHz untuk dapat mendeteksi medan sejauh jarak jangkauan radar (untuk Radar *Giraffe* terdapat 2 mode yaitu 20 KM dan 40 KM). Sedangkan pada saat *Rest Time* maka Radar *Giraffe* mendeteksi frekuensi hasil pantulan (*echo*) dari frekuensi pancar (sinyal *carrier*) yang mengenai benda pada area jangkauan radar, kemudian mengolah *echo* tersebut dan mencitrakannya menjadi gambar 2 dimensi pada layar monitor pemantau suatu radar. Proses tersebut akan selesai ketika masa *Rest Time* berakhir dan ketika memasuki masa *Pulse Length*, radar kembali memancarkan sinyal *carrier*. Proses ini berlangsung secara kontinyu ketika terjadi *Pulse Length* dan *Rest Time*

2.5 Radar GIRAFFE

Radar *Giraffe* buatan Ericsson adalah sistem pengawasan dan pertahanan udara menggunakan teknologi radar 2 atau 3 dimensi. Radar ini dikhususkan untuk operasi Pertahanan Udara dengan Cakupan jarak yang pendek dan menengah(SHORAD) pada sistem peluncuran missile-nya.

Radar *Giraffe* diletakkan pada tempat tunggal yang berukuran 6 meter (20ft) pada kontainer berstandart ISO, diletakkan diatas sebuah truk, suatu truk lintas alam yang punya daya jelajah dan mobilitas tinggi hingga kepedalaman, waktu start penggunaan radar hingga menemukan target hanya membutuhkan waktu 10 menit, dan butuh waktu 3 menit untuk bisa meruntuhkan pertahanan lawan. Cabin penumpang dan driver truk dilengkapi dengan splinter dan berpelindung NBC. Dalam pengangkutannya melalui transportasi udara dengan pesawat Hercules C-130, Radar *Giraffe* dapat digunakan dimanapun dan pada zone iklim manapun.



Gambar 2.23 Radar *Giraffe* yang ditumpangkan pada Truk

Radar *Giraffe* adalah Radar pencari dengan sistem *mobile* yang berarti dapat digunakan berpindah-pindah yang dapat menyediakan hingga 9 unit target dengan mengetahui data obyek target seperti kecepatan, lokasi dan pergerakannya. Sistem pemancaran frekuensi menggunakan antena yang ditopang dengan sistem hidraulik terkontrol (*Mast*) dengan tinggi 8,5 meter di atas truk yang berbentuk menyerupai jerapah (*Giraffe*).

Kabin terletak di badan truk, yang berfungsi sebagai ruang pengoperasian radar, indikator, peralatan komunikasi dll. Kabin dibawa oleh sebuah truk segala medan ataupun trailer.

Kabin dalam pengoperasiannya didukung oleh tenaga listrik bermesin diesel, unit hidraulik, unit pendingin dan AC. Sistem tenaga listriknya menggunakan 3 *Phase* 220 V 50 Hz dan dalam kondisi tertentu dapat menggunakan 3 *Phase* 200 V 400 Hz.

Radar *GIRAFFE* bekerja pada frekuensi C-Band yaitu 5,4 - 5,9 Ghz dan berprinsip pada *Azas doppler* dalam proses pencarian targetnya, yaitu memancarkan frekuensi lalu menangkap sinyal pantulan dari obyek yang terkena sinyal *transmitted*. Mampu mendeteksi obyek pada 2 *mode range*, 20 KM dan 40 KM.

Fungsi indikator dan kontrol pada radar disajikan dalam meja yang terdapat di dalam kabin, meja memiliki 4 kursi yang berarti terdapat 4 orang yang mengoperasikan yaitu Pimpinan pertempuran (Combat Leader), Operator Radar, dan 2 operator. Mereka bertugas sebagai :

1. Mendeteksi Target, identifikasi dan evaluasi
2. *Tracking* target.
3. Berkomunikasi dengan unit lain, seperti satuan tembak.

Sinyal transmisi dibangkitkan oleh sebuah RF Generator. Sinyal ini kemudian memiliki pulsa dan dikuatkan penuh oleh transmitter. Setelah sinyal dilewatkan pada sistem *Waveguide* maka selanjutnya tugas antena untuk mentransmisikan. Sinyal yang diterima oleh antena (*echo*) dilewatkan pada *waveguide* dan kemudian diproses di peralatan *receiver*. Sinyal yang diterima kemudian dikuatkan oleh *receiver*, dan terdeteksi sebagai phase oleh Unit IF. Lalu sinyal dilewatkan pada Filter Digital dan sirkuit CFAR melalui A/D *converter*. Filter doppler digital tidak melewatkan sinyal *noise* dan melewatkan *echo* pada Sirkuit CFAR. Output pemrosesan sinyal video digital kemudian ditampilkan pada meja indikator.

2.5.1 Spesifikasi Radar *GIRAFFE*

Spesifikasi ini didapatkan dari *Manual Book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*.

Radar Type	Radar <i>Pulse Doppler</i> dengan DSP
Jarak jangkauan	20 KM atau 40 KM
Frekuensi Band	C-Band, 5,4 – 5,9 GHz
Power Amplifier	<i>Traveling Wave Tube</i>

PRF (Pulse Repetition Frequency)

Pada Radar *Giraffe* terdapat 2 mode PRF, yaitu PRF *CHANGE* dan *STAGGERED*.

Pada PRF *CHANGE*, nilainya berubah-ubah karena untuk menghindari *Jamming*.

SETTING	T μ s
PRFCH 40 KM high	270 – 300
PRFCH 40 KM medium	320-345
PRFCH 40 KM low	400-435
PRFCH 20 KM high	135-145
PRFCH 20 KM low	190-210

Receiver Limiting Level

Batas level penerimaan sinyal yang diukur berdasarkan besar tegangan yang diterima.

SETTING	Video BIPI dan Q
20 KM, PRFCH	$5,8 \pm 0,9$ Vp-p
20 KM, staggered PRF	$1,6 \pm 0,6$ Vp-p
40 KM, PRFCH	$1,6 \pm 0,6$ Vp-p
40 KM, staggered PRF	$1,6 \pm 0,6$ Vp-p

Pulse Length

Merupakan panjang atau lebar pulsa yang diukur pada kondisi 50 % level amplitudo baik pada mode 20 KM dan 40 KM.

SETTING	T μ s
Pulse length 20 KM	3,0 – 3,6
Pulse length 40 KM	6,0 – 7,2



BAB III

METODOLOGI

Metodologi adalah sebuah cara atau rangkaian yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Penelitian dalam skripsi ini adalah penelitian yang aplikatif, yaitu mendesain dan memfabrikasi Antena *Rugby Ball* untuk Radar *Giraffe*. Tahapan yang digunakan dalam skripsi ini yaitu:

1. Studi pustaka
2. Perencanaan antena *Rugby Ball* dengan *Software* simulasi.
3. Pembuatan antena *Rugby Ball*
4. Pengujian dan pengambilan data
 - a. Pengujian lapangan
 - b. Pengujian laboratorium
5. Analisa Data
6. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

3.1 Studi Pustaka

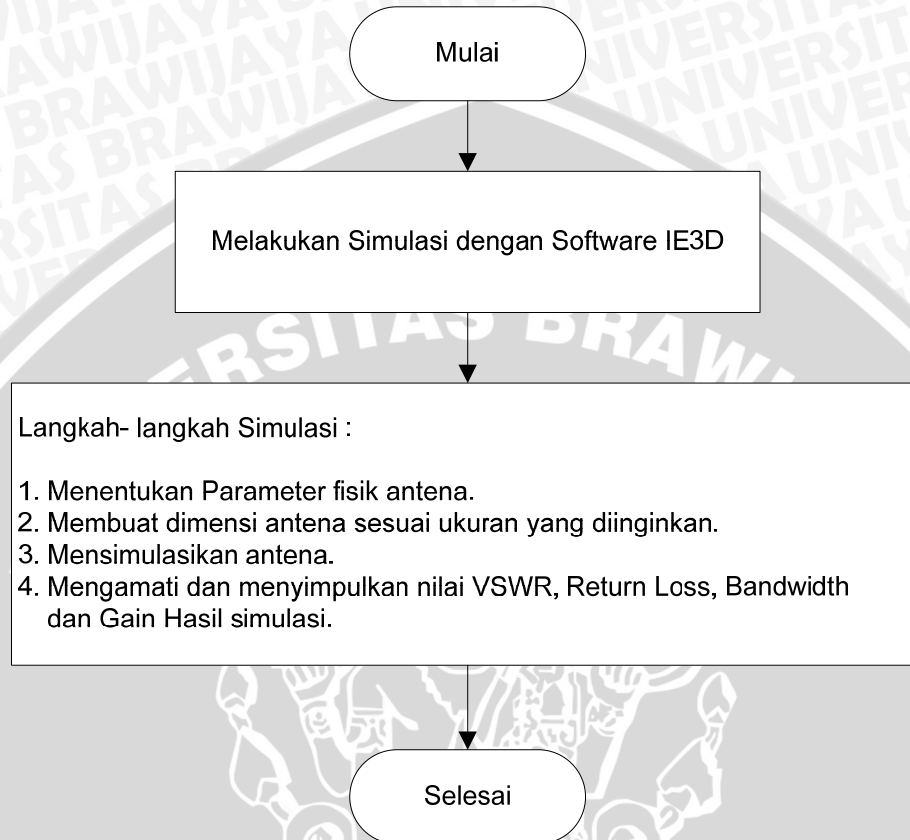
Studi pustaka dalam skripsi ini berisi tentang teori penunjang untuk perencanaan dan pembuatan antena UWB, teori dasar dan parameter dasar antena yang akan dihitung dan diukur. Parameter-parameter dasar tersebut meliputi *VSWR*, *return loss* (RL), dan *bandwidth*. Kemudian teori dan sistem radar, data spesifikasi radar *Giraffe* berdasarkan *manual book* radar *Giraffe*.

3.2 Perencanaan Antena *Rugby Ball* dengan *Software* Simulasi.

Perancangan *Rugby Ball* didasarkan pada Thesis Rudy Yuwono yang berdimensi HA = 115mm dan WA = 135mm. *Rugby Ball* antena terbentuk dari dua setengah lingkaran yang memiliki diameter yang berbeda. Untuk lingkaran kecil bagian bawah memiliki diameter 135 mm ($r = 67.5$ mm), untuk lingkaran yang lebih besar memiliki diameter 144 mm ($r = 72$ mm).

Simulasi antena *Rugby Ball* dilakukan dengan menggunakan *Software* IE3D, dalam simulasi ini akan dibentuk pola antenna *Rugby Ball* sesuai dimensi asli yang diinginkan. Pola yang telah terbentuk dari hasil simulasi ini yang nantinya akan dijadikan acuan dalam pembuatan antena *Rugby Ball*. Simulasi pada perangkat lunak ini akan menghitung

nilai dari parameter parameter antenna *Rugby Ball* berdasarkan pada frekuensi kerja yang diinginkan. Sehingga hasil dari simulasi ini dapat diketahui nilai dari masing – masing parameter dasar dari sebuah antenna.

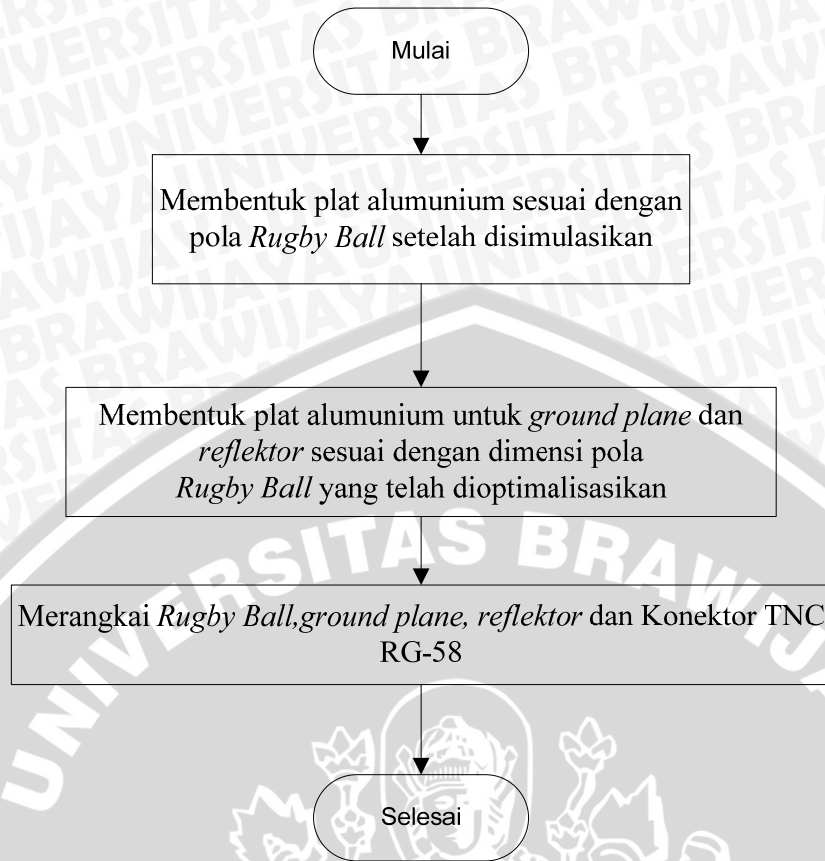


Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan *Rugby Ball* antenna dengan *Software* IE3D

Sumber : Perancangan

3.3 Pembuatan Antena *Rugby Ball*.

Pembuatan antenna disesuaikan dengan hasil simulasi antenna yang telah dilakukan sebelumnya. Pola awal antenna didapat dari hasil simulasi dengan perangkat lunak IE3D. Sedangkan pola ground plane dan reflektor disesuaikan dengan pola antenna yang telah terbentuk. Bahan yang digunakan untuk pembuatan antenna adalah plat alumunium dengan ketebalan 2mm. Sedangkan bahan bahan lainnya adalah Konektor TNC RG-58, dan kabel RG- 58. Konektor TNC RG-58 adalah penghubung antara antenna dengan kabel RG 58. Setelah antenna, ground plane telah terbentuk sesuai dengan pola yang diinginkan, maka semua bahan yang ada dirangkai sesuai dengan desain hasil perancangan.



Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan antenna, ground plane dan reflektor

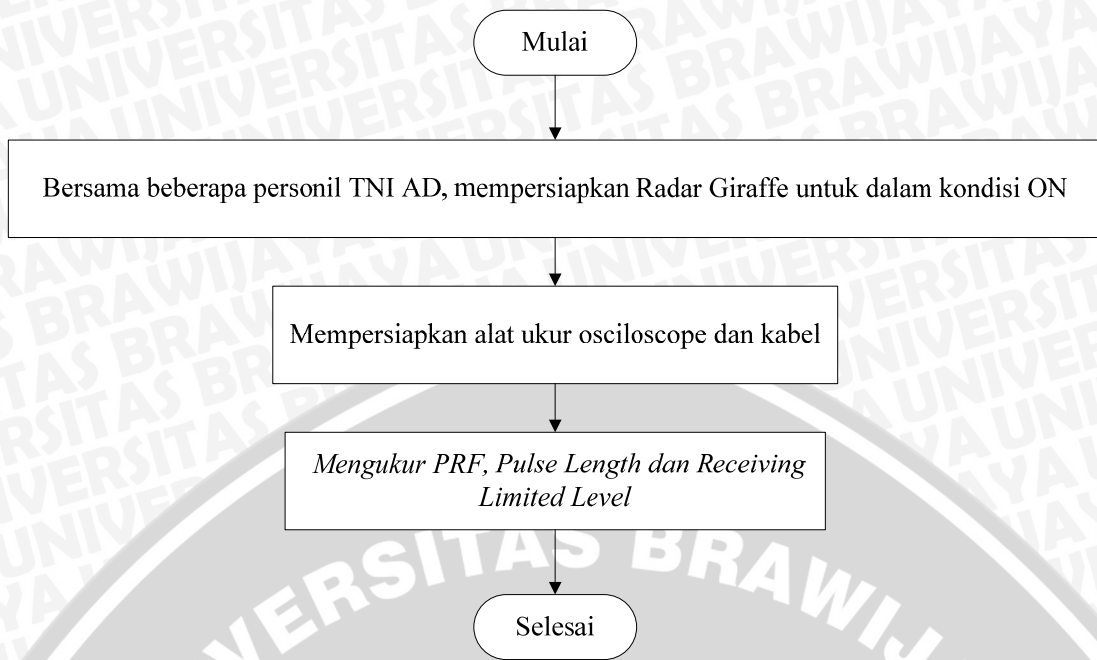
Sumber : Perancangan

3.4 Pengujian Dan Pengambilan Data

Pengujian antenna dilakukan di dua tempat, yaitu ARHANUD TNI AD di Kota Batu dengan menggunakan perangkat Radar *GIRAFFE*. Kedua di LIPI di kota Bandung dengan menggunakan peralatan percobaan yang memadai.

a) Pengujian Lapangan

Pengujian lapangan dengan bantuan beberapa personil TNI AD dilakukan untuk mengetahui nilai PRF, *Pulse Length* dan *Receiving Limited Level* dari Radar *GIRAFFE*.

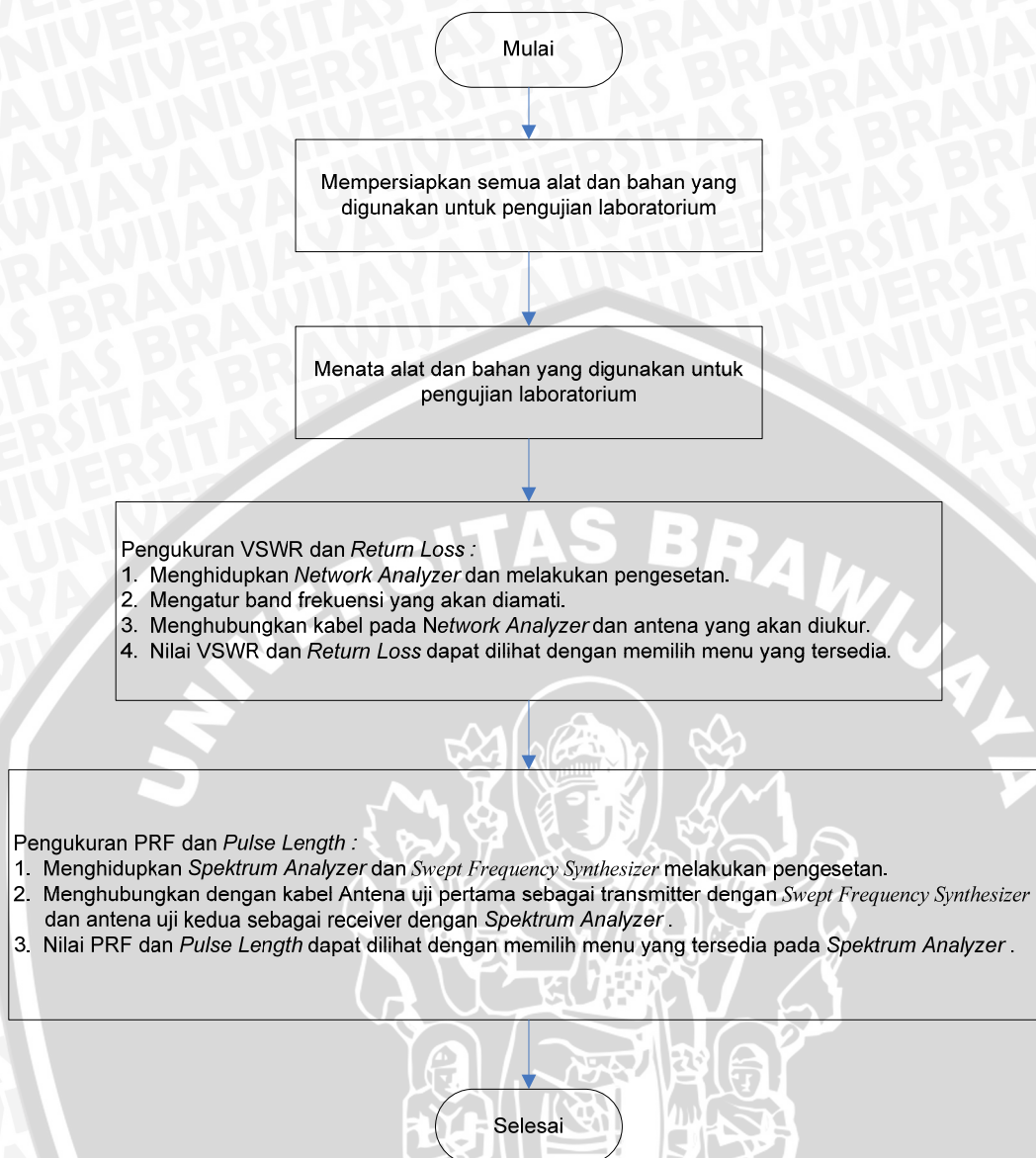


Gambar 3.3 Diagram alir pengukuran lapangan

Sumber : Perancangan

b) Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan di LIPI di kota Bandung. Pengujian ini dilakukan pada antena *Rugby Ball* yang telah difabrikasi. Pengujian ini dilakukan didalam ruangan. Dari hasil pengujian ini diperoleh data berupa *Return Loss*, *VSWR*, *PRF* dan *Pulse Length* antena yang telah dibuat.



Gambar 3.4 Diagram alir pengukuran Laboratorium

Sumber : Perancangan

3.5 Analisa Data

Analisa data yang dilakukan dalam skripsi ini yaitu membandingkan hasil pengujian lapangan dan laboratorium antara Performansi Antena *Rugby Ball* dengan Performansi Antena pada Radar *Giraffe*. Pengujian lapangan menghasilkan parameter PRF, Receiver Limiting Level dan Pulse Length. Pengujian laboratorium menghasilkan nilai VSWR, Return Loss, Bandwidth, PRF dan Pulse Length. Jika pada pengujian Laboratorium didapatkan hasil yang *similiar* dengan hasil pada pengujian lapangan, maka antena *Rugby Ball* dapat diimplementasikan pada Radar *Giraffe*.

3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan ditulis setelah mendapatkan hasil dari pengukuran parameter – parameter antenna yang diukur dan dibandingkan dengan perencanaan yang ada. Data ini menjadi acuan dalam pengambilan kesimpulan pada skripsi ini, serta memberikan saran untuk lebih meningkatkan performansi antenna yang telah dibuat.



BAB IV

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ANTENA *RUGBY BALL*

4.1 Spesifikasi substrat dan bahan konduktor

Dalam perancangan antena UWB, terlebih dahulu diketahui mengenai substrat yang akan digunakan. Bahan substrat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Bahan substrat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Bahan Aluminium

- Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 2
- Ketebalan konduktor (t) = 0.002 m = 2 mm

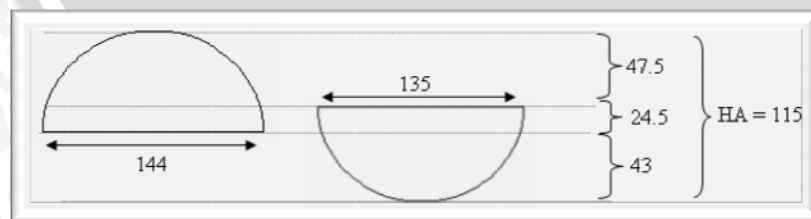
Dimensi antena Rugby - Ball

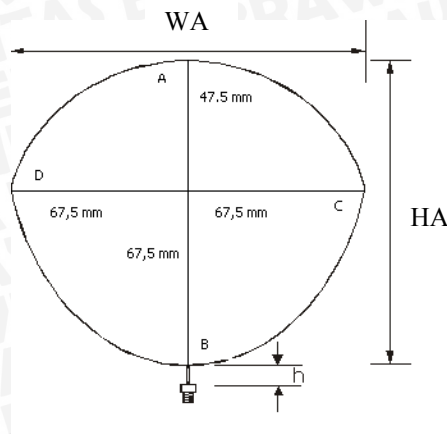
- Height of antenna (HA) = 115 mm
- Width of antenna (WA) = 135 mm
- Height of feed point (h) = 1 mm

4.2 Perencanaan Dimensi antena *Rugby Ball*

Didasarkan pada Thesis Rudy Yuwono mengenai perencanaan antena *Rugby Ball* berdimensi HA = 115mm dan WA = 135mm seperti dijelaskan berikut ini.

Rugby Ball antena terbentuk dari dua setengah lingkaran yang memiliki diameter yang berbeda. Untuk lingkaran kecil bagian bawah memiliki diameter 135 mm ($r = 67.5$ mm), untuk lingkaran yang lebih besar memiliki diameter 144 mm ($r = 72$ mm). Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 4.1.





Gambar 4.1 Struktur Dasar Antena *Rugby Ball*

Sumber: Thesis Rudy Yuwono

Berdasarkan gambar 4.1 dapat diketahui hal – hal seperti berikut ini :

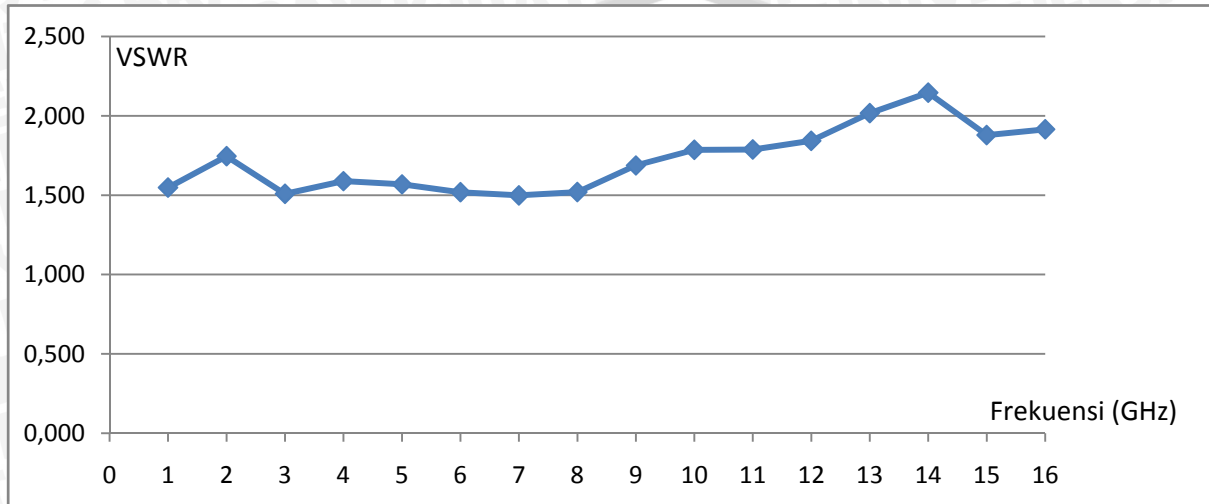
- untuk detail ukuran dari HA 115 *Rugby Ball* adalah tersusun dari 3 bagian yaitu 47.5 mm , 24.5 mm, 43 mm sehingga total panjangnya 115 mm.
- Perbandingan panjang HA 47.5 : 24.5 : 43 . Jadi ketika akan membuat *Rugby Ball* dalam bentuk lain (diperbesar atau diperkecil) maka rasio panjang HA ini dapat digunakan sebagai dasar ukuran.
- Dalam praktek pembuatan antena *Rugby Ball*, ukuran jari – jari lingkaran besar (setengah lingkaran bagian atas) menjadi $47.5 + 24.5 = 72$ mm . Jari – jari lingkaran yang kecil (setengah lingkaran bagian bawah) menjadi $24.5 + 43 = 67.5$ mm ; nilai 24.5 mm merupakan perpotongan antara kedua lingkaran tersebut.

4.3 Simulasi Antena *Rugby Ball*

Simulasi antena *Rugby Ball* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak IE3D, dalam simulasi ini akan dibentuk pola antenna *Rugby Ball* sesuai dimensi asli yang diinginkan. Pola yang telah terbentuk dari hasil simulasi ini yang nantinya akan dijadikan acuan dalam pembuatan antena *Rugby Ball*. Simulasi pada perangkat lunak ini akan menghitung nilai dari parameter parameter antena *Rugby Ball* berdasarkan pada frekuensi kerja yang diinginkan. Sehingga hasil dari simulasi ini dapat diketahui nilai dari masing – masing parameter dasar dari sebuah antena. Langkah – langkah simulasi menggunakan perangkat lunak IE3D akan dilampirkan pada bagian lampiran skripsi.

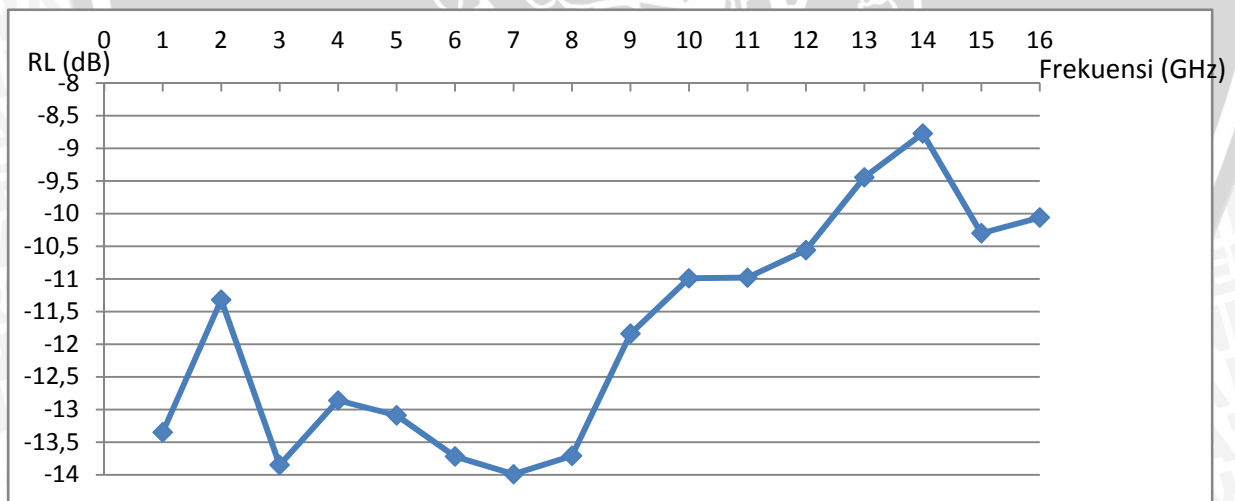
4.3.1 Hasil Simulasi Antena *Rugby Ball*

Simulasi dilakukan pada antena *Rugby Ball* dengan perbandingan HA : WA adalah 115 :135. Dalam hasil simulasi antena akan menghasilkan *Return Loss*, *VSWR*, *Gain*, *Directivity* dan Pola Radiasi seperti dibawah ini.



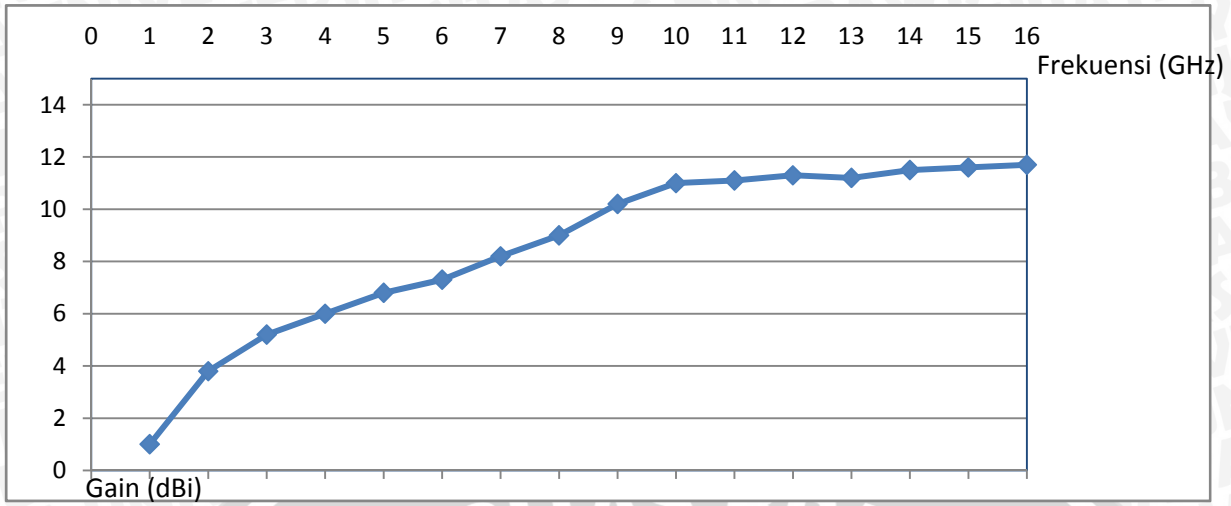
Grafik 4.1 Hasil simulasi VSWR pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



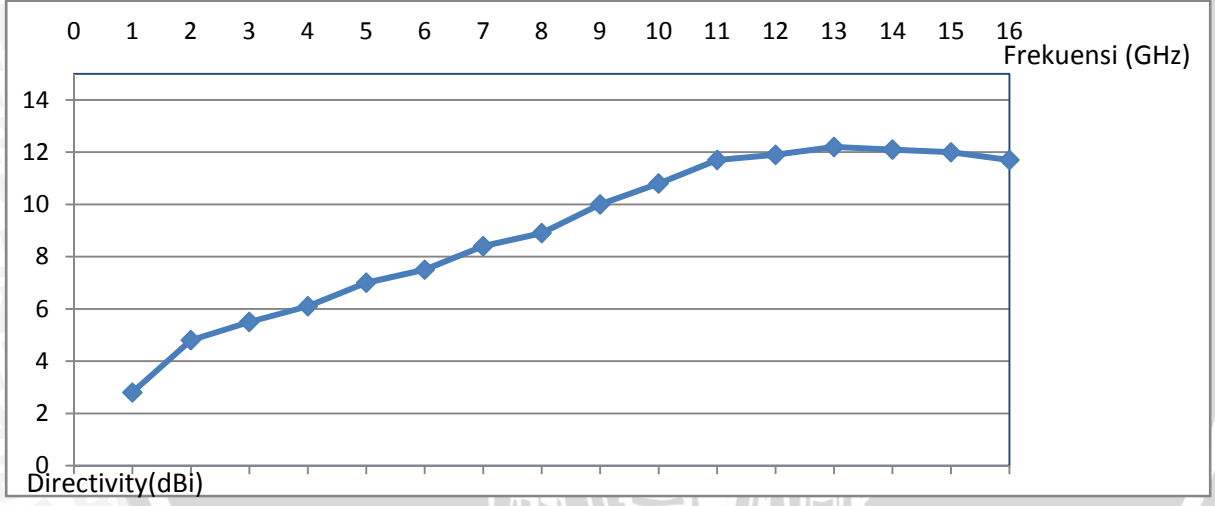
Grafik 4.2 Hasil simulasi *Return Loss* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



Grafik 4.3 Hasil simulasi *Gain* pada range frekuensi 1-16 GHz.

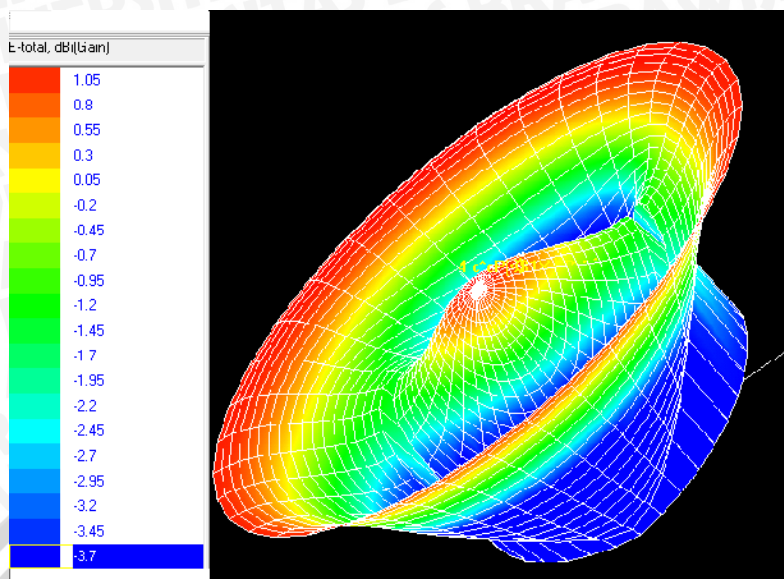
Sumber : Simulasi



Grafik 4.4 Hasil simulasi *Directivity* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi





Gambar 4.2 Hasil simulasi Pola Radiasi pada range frekuensi 1-16 GHz.

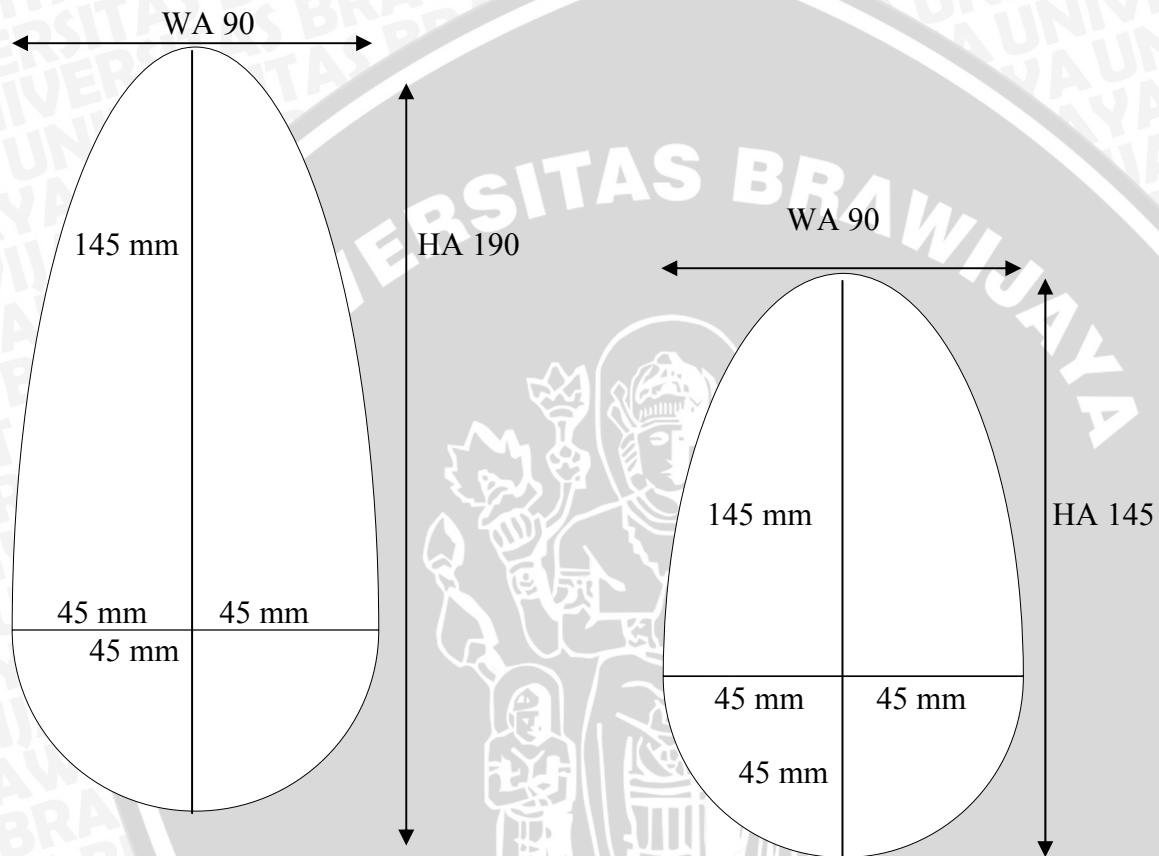
Sumber : Simulasi

Dari grafik-grafik di atas dapat disimpulkan hal – hal seperti berikut ini :

- Untuk antenna *Rugby Ball*, memiliki karakteristik yaitu nilai VSWR pada frekuensi 1 GHz adalah masih bernilai $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$ yaitu sebesar 1,55. Kemudian nilai VSWR akan berfluktuasi pada angka 1,5 hingga 1,8 hingga pada frekuensi 13 GHz memiliki nilai 2,05 yang berarti menembus nilai VSWR yang diijinkan (bernilai > 2).
- Pada hasil simulasi *Return Loss*, hasilnya cukup sesuai dengan yang diharapkan yaitu $< -10\text{dB}$, hanya pada range frekuensi 12,5 – 15 GHz bernilai $> -10\text{dB}$.
- Pada hasil simulasi *Gain*, nilainya menunjukkan tren semakin tinggi frekuensi semakin besar pula nilai *Gain*. Begitu juga dengan hasil simulasi *Directivity*.
- Pada hasil pola radiasi, tampak pada gambar 4.2 bahwa bagian tepi antenna adalah bagian yang paling maksimal meradiasikan sinyal, ditandai dengan warna paling merah.

4.4 Perancangan Antena modifikasi atau optimasi *Rugby Ball* yaitu Antena *Egg*

Sebelum melangkah ke tahap pengukuran, dilakukan modifikasi atau optimasi terhadap Antena *Rugby Ball* yaitu dengan membuat antena dan langkah – langkah pembuatannya sama dengan antena *Rugby Ball* tetapi berbeda ukuran. Dengan menetapkan ukuran WA 90 HA 145 dan WA 90 HA 190. Antena juga tersusun melalui penggabungan 2 bentuk yaitu setengah lingkaran dan setengah ellips. Berikut ini adalah rancangan bentuknya :

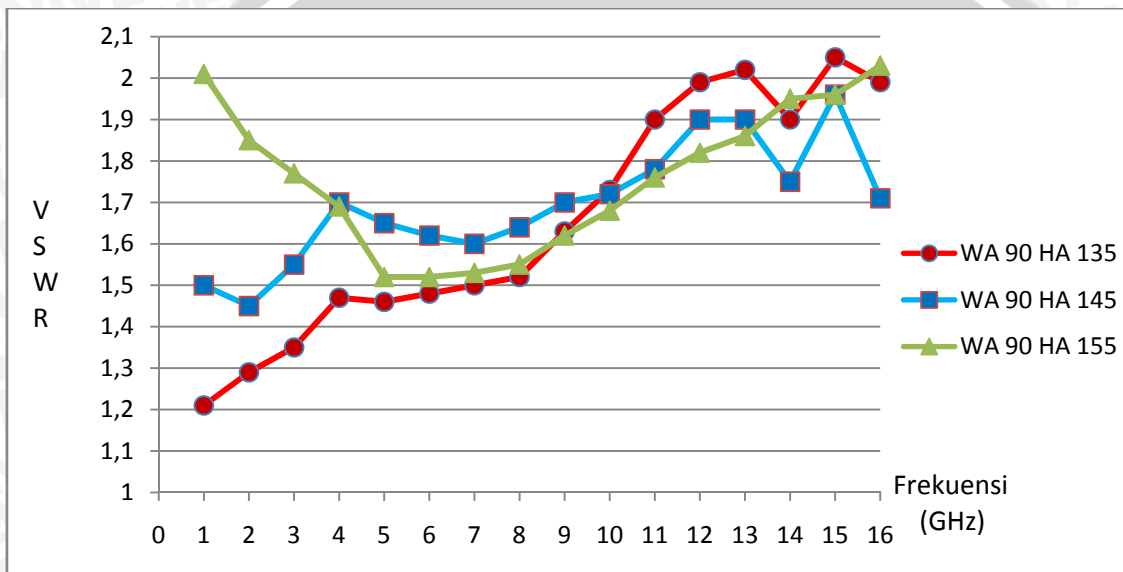


Gambar 4.3 Dua bentuk *Egg* Antena hasil modifikasi dari Antena *Rugby Ball*
 Sumber : Perencanaan

Antena *Egg* dengan ukuran WA 90 HA 145 dan WA 90 HA 190 dipilih karena nilai parameter - parameter antenna berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak IE3D seperti *VSWR*, *Return Loss*, *Gain*, *Directivity* dan pola radiasi yang diperoleh adalah lebih baik dibandingkan dengan Antena *Egg* yang ukuran HA mempunyai selisih 10 mm dari WA 90 HA 145 dan WA 90 HA 190

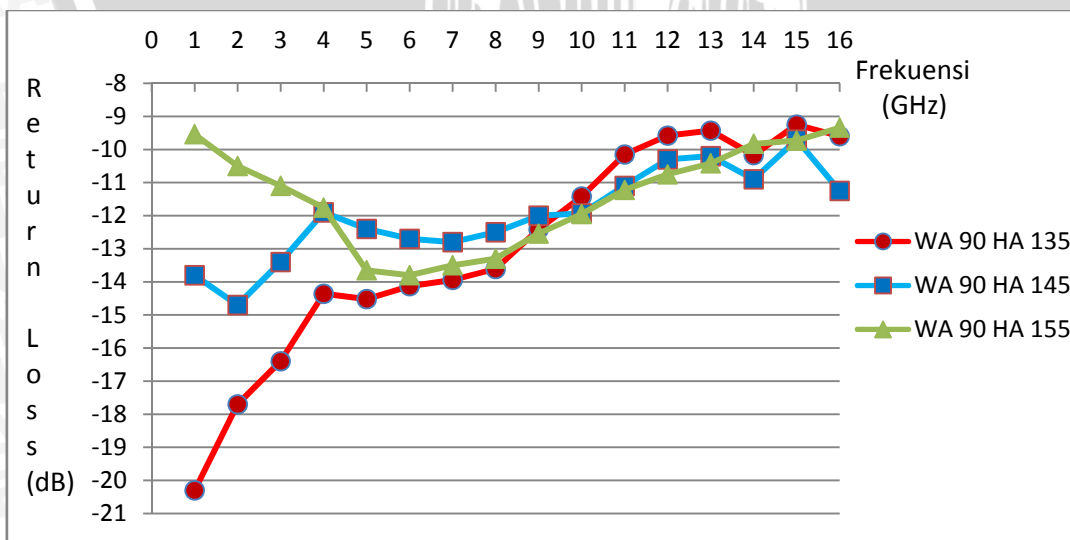
4.4.1 Simulasi Antena *Egg* WA 90 HA 145

Berdasarkan hasil perancangan, maka dilakukan simulasi menggunakan software IE3D. Dan berikut ini adalah hasilnya :



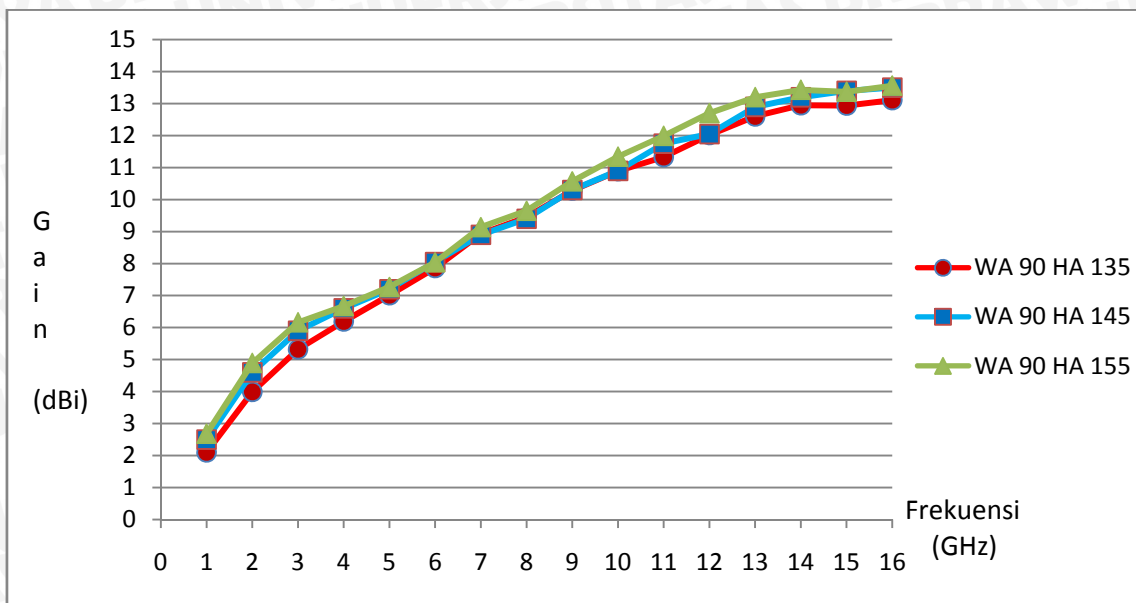
Grafik 4.5 Hasil simulasi VSWR pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



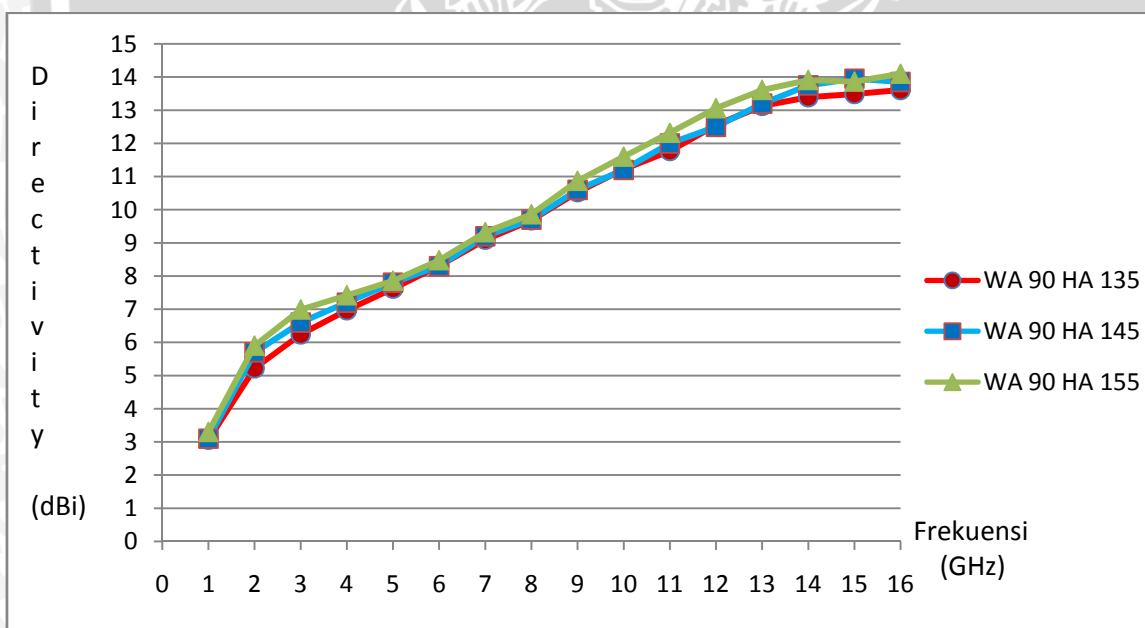
Grafik 4.6 Hasil simulasi *Return Loss* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



Grafik 4.7 Hasil simulasi *Gain* pada range frekuensi 1-16 GHz.

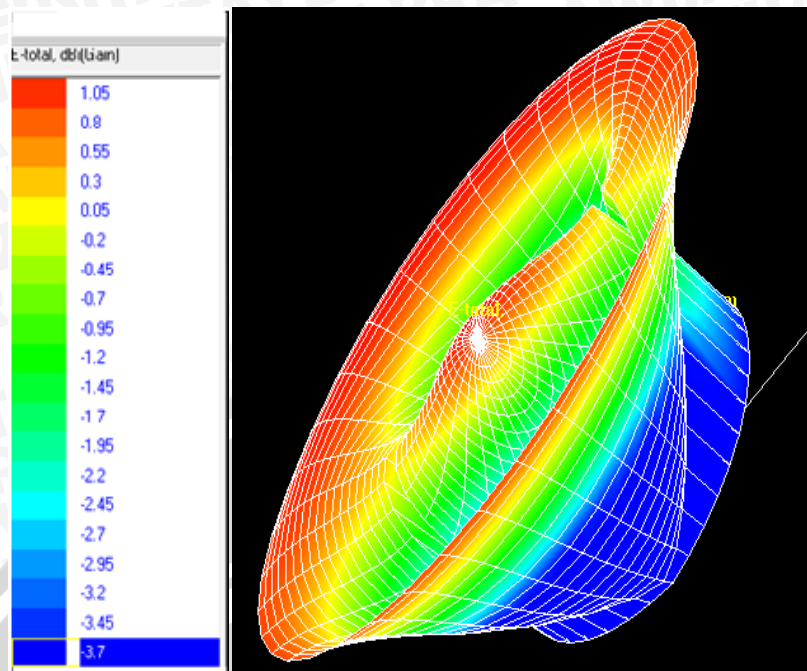
Sumber : Simulasi



Grafik 4.8 Hasil simulasi *Directivity* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi





Gambar 4.4 Hasil simulasi Pola Radiasi pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi

Dari grafik hasil simulasi Antena *Egg* WA 90 HA 145 dapat disimpulkan hal – hal seperti berikut ini :

- Dari tiga ukuran antenna, hanya WA 90 HA 145 yang memiliki nilai VSWR selalu dibawah 2 (< 2) pada range frekuensi 1 – 16 GHz. Oleh sebab itu, antenna *Egg* dengan ukuran WA 90 HA 145 dianggap lebih baik daripada ukuran lainnya.
- Untuk antenna *Egg* dengan ukuran HA 10 mm dibawah 145 mm, memiliki karakteristik yaitu nilai VSWR mendekati *matching impedance* (VSWR = 1) pada frekuensi 1 GHz, selanjutnya nilai VSWR akan terus naik hingga pada frekuensi 13 GHz yaitu sebesar 2,02 yang berarti menembus nilai VSWR yang diijinkan ($1 \leq \text{VSWR} \leq 2$).
- Untuk antenna *Egg* dengan ukuran HA 10 mm diatas 145 mm, memiliki karakteristik yaitu nilai VSWR pada frekuensi 1 GHz adalah bernilai > 2 . Kemudian nilai VSWR akan terus turun hingga nilai VSWR paling mendekati *matching impedance* ketika pada frekuensi 5 GHz yaitu sebesar 1,52. Selanjutnya nilai VSWR akan terus naik hingga pada frekuensi 16 GHz yaitu sebesar 2,03, yang berarti menembus nilai VSWR yang diijinkan (bernilai > 2).
- Untuk memilih antenna yang terbaik bisa hanya melihat pada hasil simulasi parameter VSWR atau *Return Loss*, karena kedua parameter tersebut saling berkaitan seperti

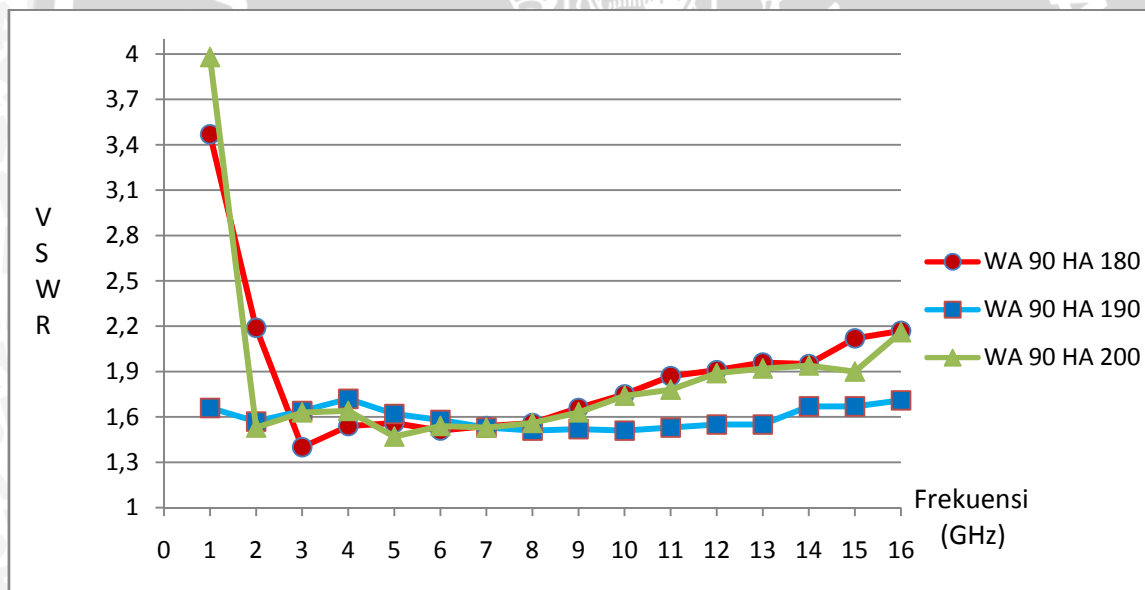
pada persamaan 2.16 dan 2.20. Kemudian dari hasil VSWR tersebut dapat dicari *bandwidth* dengan persamaan 2.23. Menganalisis grafik 4.5, maka dapat disimpulkan bahwa antenna *Egg* WA 90 HA 145 memiliki *bandwidth* lebih lebar dibanding 2 antenna yang ukurannya berselisih 10 mm tersebut.

- Untuk simulasi *Gain* dan *Directivity* hasilnya ketiga antenna memiliki karakteristik yang mirip, nilainya menunjukkan tren semakin tinggi frekuensi semakin besar pula nilainya.
- Pada hasil simulasi pola radiasi, tampak pada gambar 4.4 bahwa bagian tepi antenna adalah bagian yang paling maksimal meradiasikan sinyal, ditandai dengan warna paling merah.

4.4.2 Simulasi Antena *Egg* WA 90 HA 190

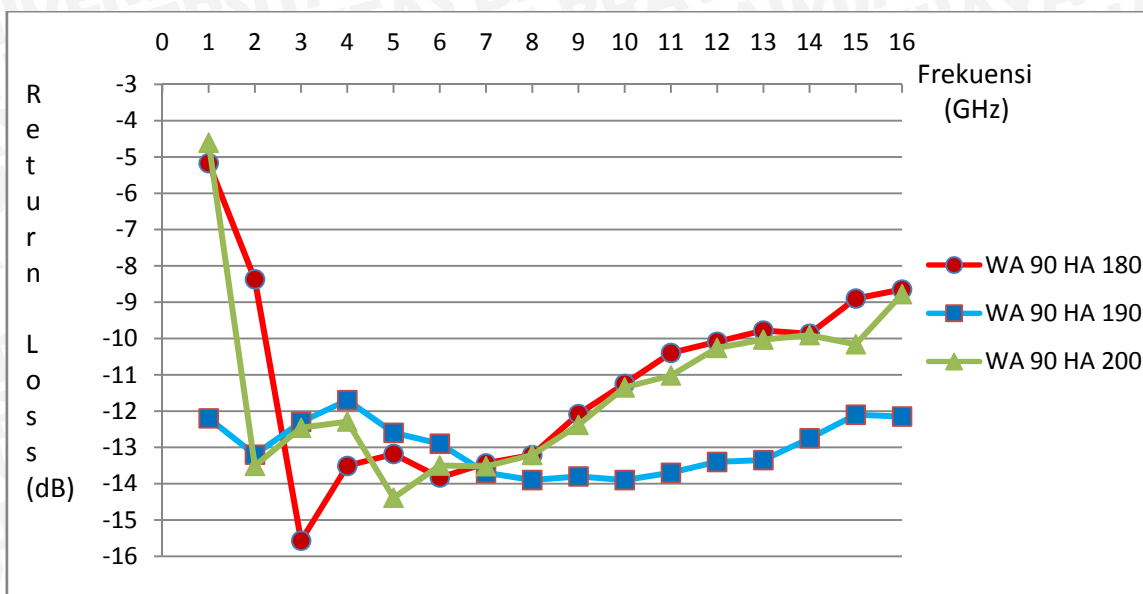
Berdasarkan hasil perancangan, maka dilakukan simulasi menggunakan software IE3D.

Dan berikut ini adalah hasilnya :



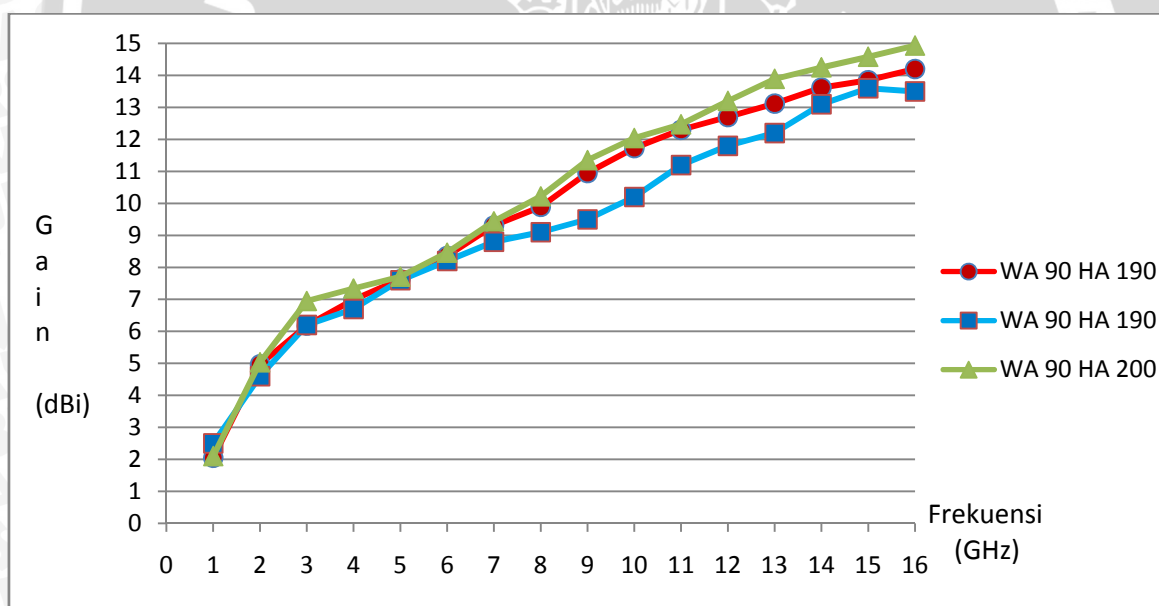
Grafik 4.9 Hasil simulasi VSWR pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



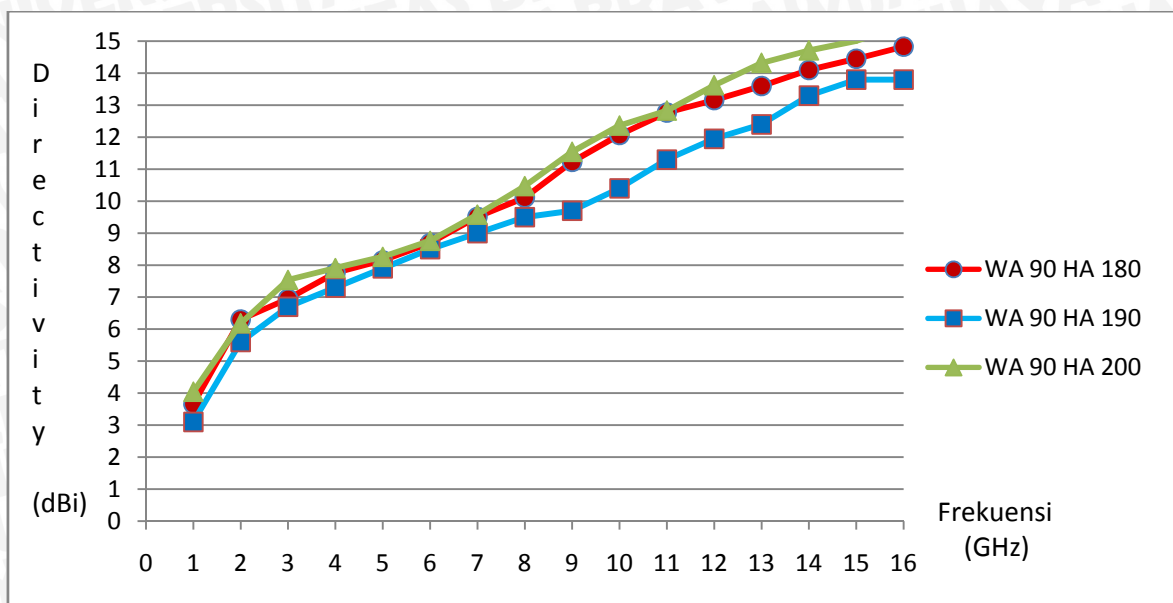
Grafik 4.10 Hasil simulasi *Return Loss* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



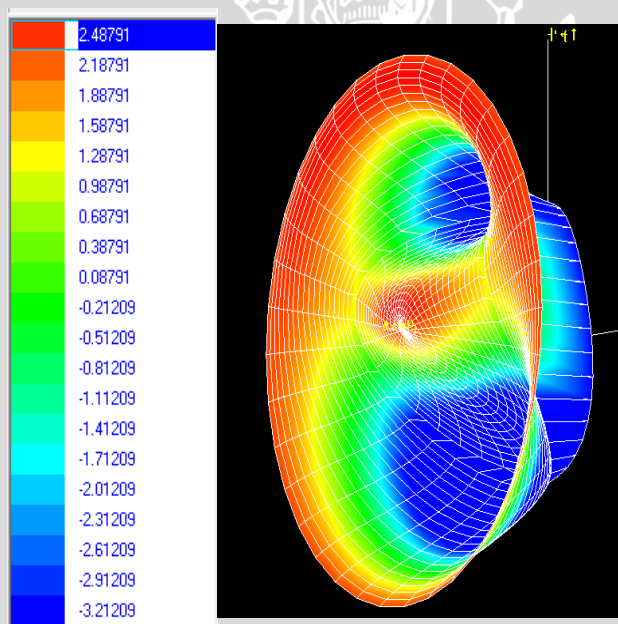
Grafik 4.11 Hasil simulasi *Gain* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



Grafik 4.12 Hasil simulasi *Directivity* pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi



Gambar 4.5 Hasil simulasi Pola Radiasi pada range frekuensi 1-16 GHz.

Sumber : Simulasi

Dari grafik hasil simulasi Antena *Egg* WA 90 HA 190 dapat disimpulkan hal – hal seperti berikut ini :

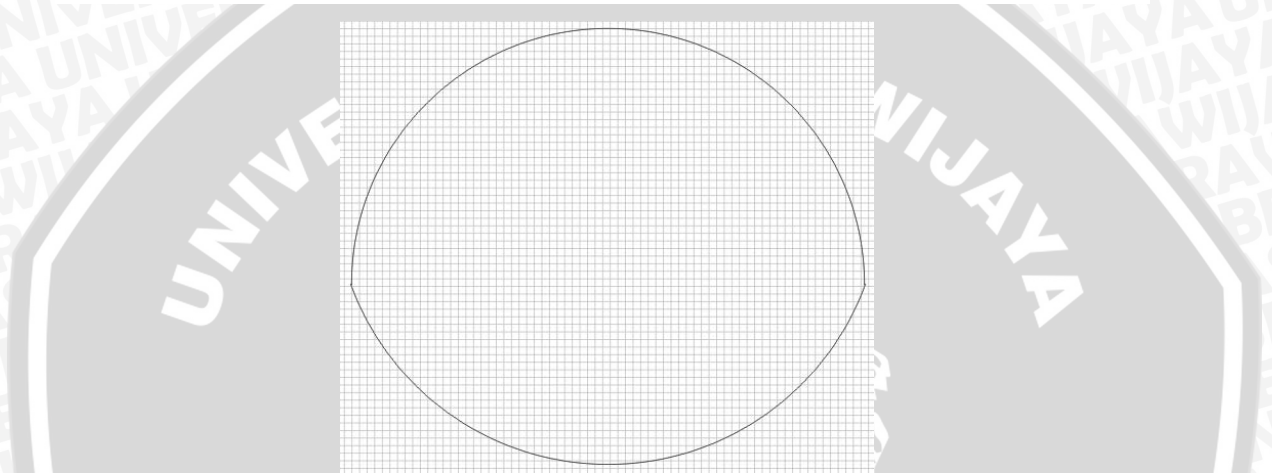
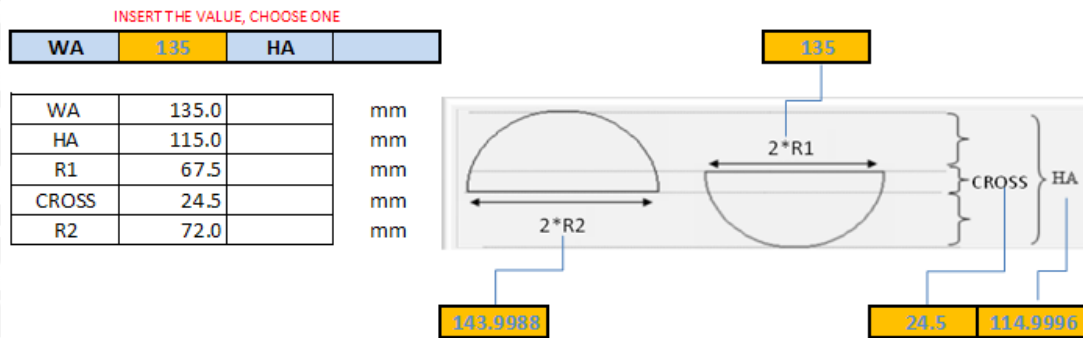
- Dari tiga ukuran antenna, hanya WA 90 HA 190 yang memiliki nilai VSWR selalu dibawah 2 (< 2) pada range frekuensi 1 – 16 GHz. Oleh sebab itu, antenna *Egg* dengan ukuran WA 90 HA 190 dianggap lebih baik daripada ukuran lainnya.
- Untuk antenna *Egg* dengan ukuran HA 10 mm dibawah dan diatas 190 mm, memiliki karakteristik yaitu nilai VSWR pada frekuensi 1 GHz adalah bernilai > 2 . Kemudian nilai VSWR akan terus turun hingga nilai VSWR paling mendekati *matching impedance* ketika pada frekuensi 2-3 GHz. Selanjutnya nilai VSWR akan cenderung naik hingga pada frekuensi 16 GHz menembus nilai VSWR yang diijinkan ($1 \leq \text{VSWR} \leq 2$).
- Untuk memilih antenna yang terbaik bisa hanya melihat pada hasil simulasi parameter VSWR atau *Return Loss*, karena kedua parameter tersebut saling berkaitan seperti pada persamaan 2.16 dan 2.20. Kemudian dari hasil VSWR tersebut dapat dicari *bandwidth* dengan persamaan 2.23. Menganalisis grafik 4.9, maka dapat disimpulkan bahwa antenna *Egg* WA 90 HA 190 memiliki *bandwidth* lebih lebar dibanding 2 antenna yang ukurannya berselisih 10 mm tersebut.
- Untuk simulasi *Gain* dan *Directivity* hasilnya ketiga antenna memiliki karakteristik yang mirip, nilainya menunjukkan tren semakin tinggi frekuensi semakin besar pula nilainya.
- Pada hasil simulasi pola radiasi, tampak pada gambar 4.5 bahwa bagian tepi antenna adalah bagian yang paling maksimal meradiasikan sinyal, ditandai dengan warna paling merah.

4.5 Pembuatan / Fabrikasi Antena

Dalam pembuatan / fabrikasi antenna *Rugby Ball* maupun Antena *Egg*, dilakukan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama fabrikasi adalah membuat plot antenna yang akan dibuat dengan menggunakan software pengolah gambar yang presisi seperti *corel* atau *autocad*. Yang paling mudah dengan menggunakan Corel Draw versi 10/11/12/X3 karena GUI lebih *friendly* dan mudah digunakan. Menyiapkan data data yang diperlukan yaitu R1 (jari jari lingkaran kecil), R2 (jari jari lingkaran besar), cross (perpotongannya) data

ini didapat dari perhitungan awal sebelum simulasi. Sebagai contoh untuk Antena Rugby Ball tampilan rancangannya akan seperti ini :



Gambar 4.6 Gambar rancangan antenna pada Corel Draw yang akan diprint.

Sumber : Perencanaan

2. Menyiapkan plat aluminium dengan tebal 2 mm dengan luas sesuai dengan yang diperlukan berdasarkan perhitungan sebelumnya, lalu menyiapkan juga potongan gambar antenna hasil dari plot menggunakan corel atau auto cad yang telah dibuat sebelumnya. Untuk lebih memudahkan lebih baik menggunakan kertas stiker, selain murah juga daya rekatnya cukup kuat sehingga tidak mudah bergeser saat fabrikasi. Alat lain yang dibutuhkan antara lain gergaji dorong (hasil lebih rapi dari memakai gunting seng), kikir besi, tang potong , kayu untuk alas potong dan seorang teman untuk membantu memegang plat saat proses pemotongan dilakukan.



Gambar 4.7 Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan antena

Sumber : Praktek

3. Menggantung kemudian menempelkan hasil plot pada plat aluminium, untuk memudahkan pemotongan maka sisakan sedikit plat diluar kertas stiker.
4. Kemudian memotong plat aluminium sesuai bentuk kertas stiker, pekerjaan ini dapat dilakukan bersama teman untuk membantu memegang plat karena getaran dari gergaji cukup kencang sehingga arah potong gergaji tidak melenceng ke dalam gambar.



Gambar 4.8 Proses pemotongan plat aluminium

Sumber : Praktek

5. Untuk menghaluskan plat, digunakan kikir dengan permukaan yang rata. Dan untuk finishing dapat menggunakan ampelas khusus untuk aluminium.



Gambar 4.9 Menghaluskan tepi permukaan antenna

Sumber : Praktek

6. Jika sudah halus, kertas stiker bisa dihilangkan menggunakan air, jika sulit bisa digunakan minyak tanah atau bensin untuk menghilangkan bekas lem yang menempel.
7. Langkah terakhir yaitu mengebor bagian bawah antenna, letak plat yang dibor diatur sedemikian rupa sehingga saat dipasang antenna berada pada jarak 1 mm dari *ground plane*.



Gambar 4.10 Hasil fabrikasi antenna *Rugby Ball*

Sumber : Praktek

BAB V

PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN ANTENA RUGBY BALL PADA RADAR GIRAFFE

Dalam simulasi antena *Rugby Ball* berdasarkan Jurnal (Yuwono, Rudy, “*A Novel Rugby Ball Antenna for Ultra Wide Band Communications*”, *Journal of Engineering Faculty of Brawijaya University Malang*. ISSN : 0859-212139, Volume 12 No.2 Agustus 2005), didapatkan hasil lebar *bandwidth* 19,1 GHz dari range frekuensi 0,9 GHz hingga 20 GHz. Sedangkan Radar *Giraffe* sendiri bekerja pada Frekuensi C-Band, yaitu 5,4 – 5,9 GHz. Sehingga dari sisi range frekuensi kerja, maka sangat memungkinkan Antena *Rugby Ball* dianalisis performansinya untuk digunakan sebagai antena pada Radar *Giraffe*.

Tujuan dari pengukuran ini adalah mengetahui *Return Loss*, VSWR Antena *Rugby Ball* agar diketahui unjuk kerja dari antena. Dan mengetahui parameter - parameter PRF (*Pulse Repetition Frequency*), *Pulse Length* dan *Receiving Limited Level* dari Antena yang digunakan pada Radar *Giraffe* maupun Antena *Rugby Ball*, yang merupakan parameter penting dari keberhasilan penelitian Performansi Antena *Rugby Ball* untuk digunakan pada Radar *Giraffe*.

Dalam hal ini pengukuran yang dilakukan meliputi :

1. Pengukuran di lapangan (Arhanud TNI AD) meliputi pengukuran PRF (*Pulse Repetition Frequency*), *Pulse Length* dan *Receiving Limited Level*.
2. Pengukuran di laboratorium (LIPI Bandung) meliputi pengukuran VSWR, *Return Loss*, dan transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*).

Kemudian dengan cara memodelkan prinsip kerja dari antena pada Radar *Giraffe*, dilakukan pengukuran yang kedua di Laboratorium (LIPI Bandung) menggunakan antena *Rugby Ball*.

Dengan membandingkan data yang diperoleh dari pengukuran lapangan (Arhanud TNI AD) dan Laboratorium (LIPI Bandung) maka akan dapat dilakukan pembuktian, bahwa antena *Rugby Ball* dapat digunakan pada Radar *Giraffe*.

5.1 Pengukuran di Lapangan (Arhanud TNI AD)

Dalam penelitian ini, Radar *Giraffe* yang digunakan adalah pabrikan *Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*.



Gambar 5.1 Radar *Giraffe*
(Sumber : Hasil Pengukuran)

Radar Type	Radar <i>Pulse Doppler</i> dengan DSP
Jarak jangkauan	20 KM atau 40 KM
Frekuensi Band	C-Band, 5,4 – 5,9 GHz
Power Amplifier	<i>Traveling Wave Tube</i>

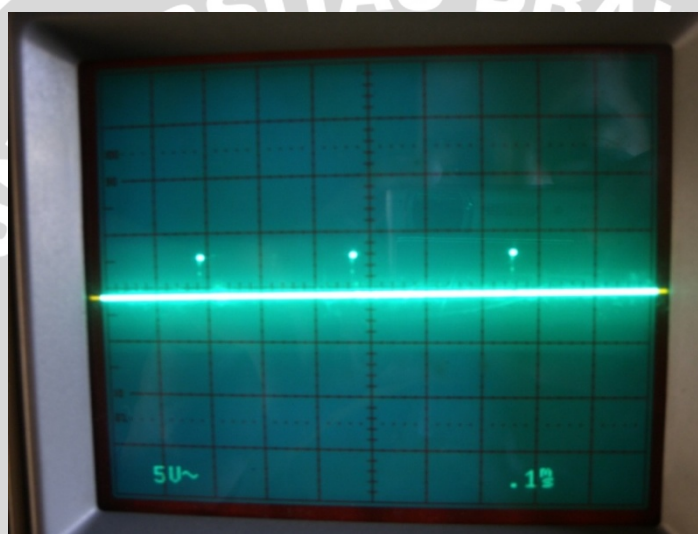
5.1.1 PRF (*Pulse Repetition Frequency*)

Pada Radar *Giraffe* terdapat 2 mode PRF, yaitu PRF *CHANGE* dan *STAGGERED*. Pada PRF *CHANGE*, nilainya berubah-ubah karena untuk menghindari *Jamming*.

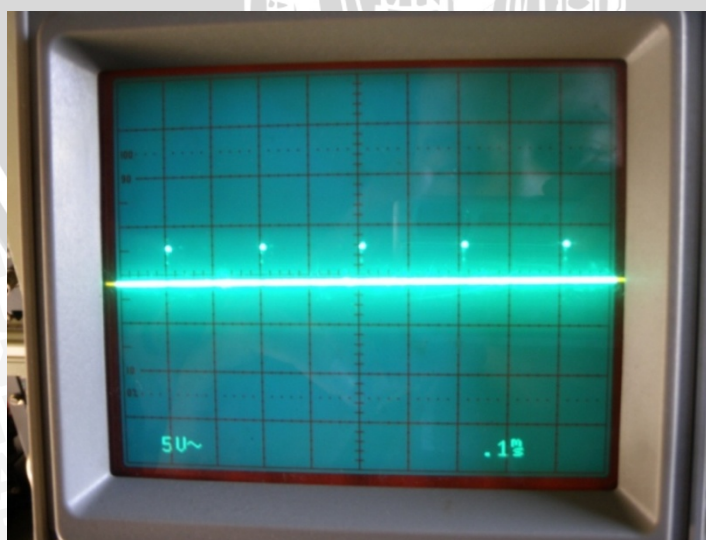
Prosedur pengukuran lapangan ini dilakukan sesuai petunjuk yang ada pada *Manual Book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*. Yang akan dilampirkan pada bagian lampiran skripsi ini.

SETTING	T (μs)
PRFCH 40 KM high	270 - 300
PRFCH 40 KM medium	320 - 350
PRFCH 40 KM low	400 - 435
PRFCH 20 KM high	135-145
PRFCH 20 KM low	190-210

Tabel 5.1 Mode PRF beserta nilai periode
(Sumber : manual book Radar Giraffe)



Gambar 5.2 PRFCH 40KM high
(Sumber : Hasil Pengukuran)



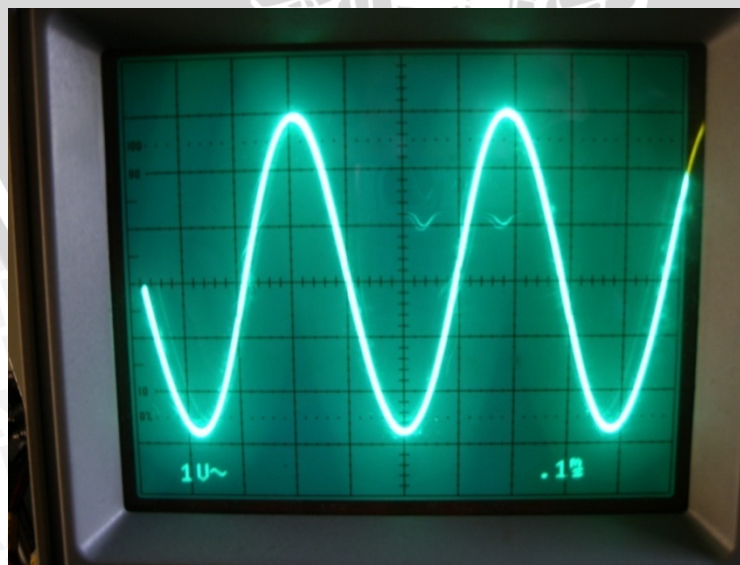
Gambar 5.3 PRFCH 20KM low
(Sumber : Hasil Pengukuran)

PRF (*Pulse Repetition Frequency*) adalah Adalah jumlah pulsa yang dikirimkan per detik oleh radar. Gambar 5.2 dan 5.3 merupakan bukti kebenaran dari tabel 5.2 yang didapatkan dari *manual book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*. Misalnya pada gambar 5.2, PRFCH 40 KM yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran lapangan pada Radar *Giraffe* (gambar 5.2), berarti yang dituliskan pada *manual book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2* adalah terbukti benar mengenai nilai PRF dalam satuan μs yaitu 270 – 300. Untuk lebih membuktikan, dapat dihitung periode sinyal yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Hal yang sama juga ditunjukkan pada gambar 5.3. Karena mode PRFCH, output sebenarnya adalah nilai PRF akan selalu berubah-ubah dengan range nilai 190 – 210 μs .

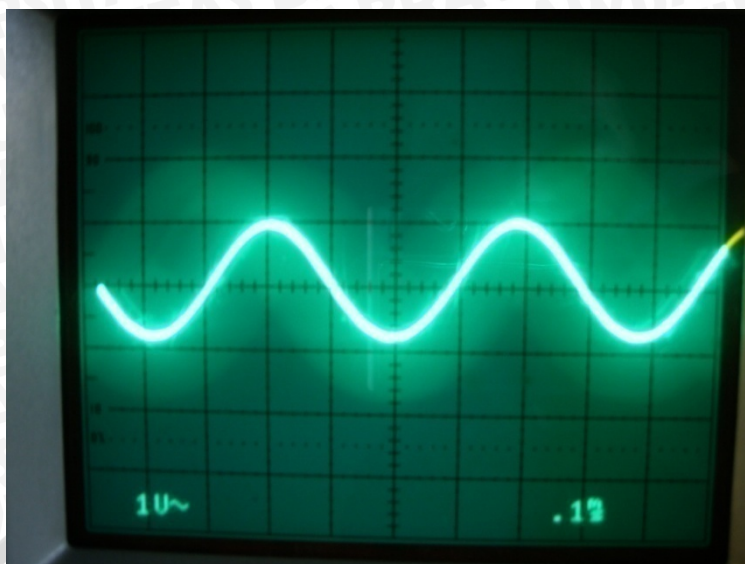
5.1.2 Receiver Limiting Level

SETTING	Video BIPI dan Q
20 KM, PRFCH	$5,8 \pm 0,9$ Vp-p
20 KM, staggered PRF	$1,6 \pm 0,6$ Vp-p
40 KM, PRFCH	$1,6 \pm 0,6$ Vp-p
40 KM, staggered PRF	$1,6 \pm 0,6$ Vp-p

Tabel 5.2 Mode PRF beserta nilai tegangan *peak to peak*
(Sumber : *manual book Radar Giraffe*)



Gambar 5.4 Receiver Limiting Level 20 KM PRFCH
(Sumber : Hasil Pengukuran)



Gambar 5.5 Receiver Limiting Level 40 KM PRFCH
(Sumber : Hasil Pengukuran)

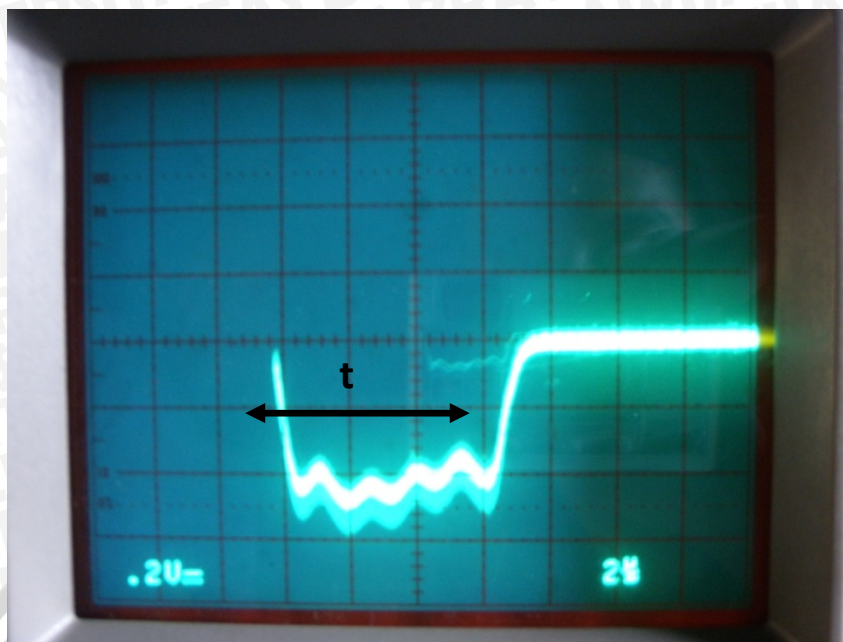
Receiver Limiting Level adalah level sinyal yang diukur berdasarkan tegangan *peak to peak* yang diterima oleh radar Giraffe. Gambar 5.4 dan 5.5 merupakan bukti kebenaran dari tabel 5.2 yang didapatkan dari *manual book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*. Misalnya pada gambar 5.4, jika diamati nilai tegangannya dengan volt/div sebesar 1V maka nilainya akan sama dengan yang ditunjukkan pada tabel untuk mode 20 KM PRFCH yaitu $5,8 \pm 0,9$ Vp-p.

5.1.3 Pulse Length

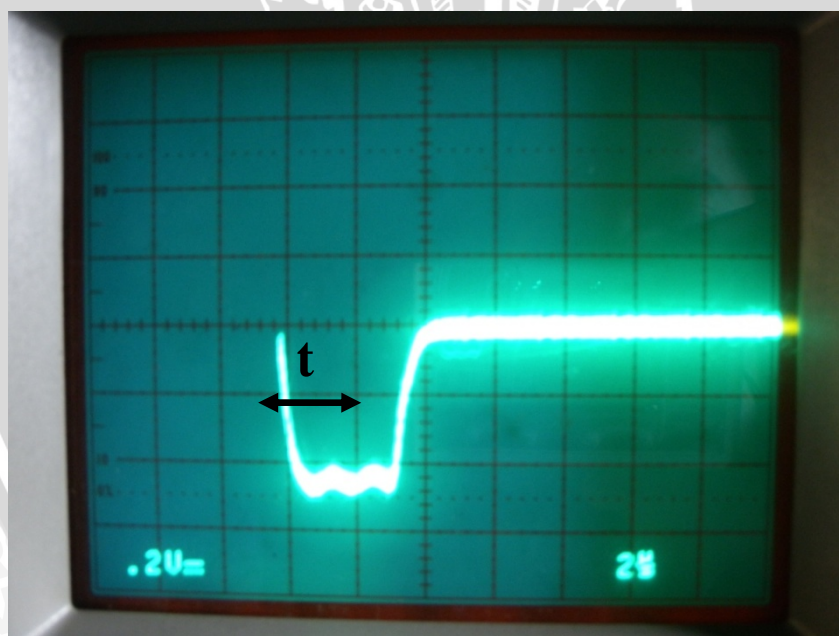
Merupakan panjang atau lebar pulsa yang diukur pada kondisi 50 % level amplitudo baik pada mode 20 KM dan 40 KM.

SETTING	T (μs)
Pulse Length 20 KM	3,0 – 3,6
Pulse Length 40 KM	6,0 – 7,2

Tabel 5.3 Mode Pulse Length beserta nilai periode
(Sumber : manual book Radar Giraffe)



Gambar 5.6 *Pulse Length* pada 40 KM range = 6,0 – 7,2 μ s
(Sumber : Hasil Pengukuran)



Gambar 5.7 *Pulse Length* pada 20 KM range = 3,0 – 3,6 μ s
(Sumber : Hasil Pengukuran)

Pulse Length adalah lamanya pulsa naik yang terjadi pada satu periode PRF. Gambar 5.6 dan 5.7 merupakan bukti kebenaran dari tabel 5.3 yang didapatkan dari *manual book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*. Misalnya pada gambar 5.7 memiliki nilai periode 3,0 – 3,6 μ s maka nilainya akan sama dengan yang ditunjukkan pada

tabel untuk mode 20 KM. Saat terjadi *Pulse Length* maka Radar *Giraffe* selama 3,0 – 3,6 μ s akan mengirimkan atau memancarkan sinyal sebesar frekuensi kerjanya yaitu 5,4 – 5,9 GHz untuk dapat mendeteksi medan sejauh 20 KM.

5.2 Pengukuran di Laboratorium (LIPI Bandung)

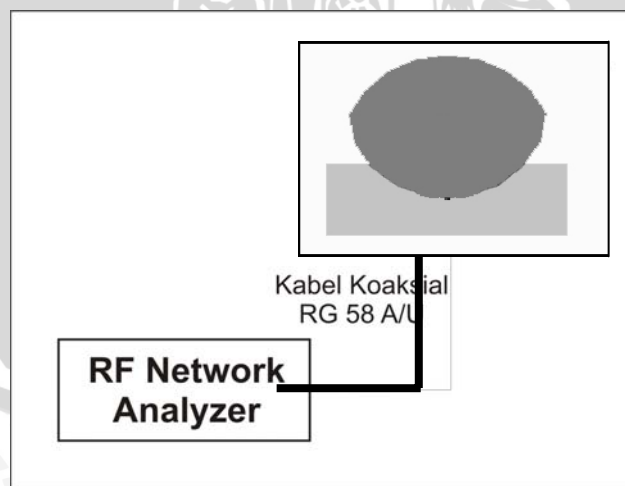
5.2.1 Pengukuran VSWR dan *Return Loss*

Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- *RF Network Analyzer* Advantest R3770 300 kHz – 20 GHz.
- Antena uji (antena *Rugby Ball* dan Antena *Egg* dengan menggunakan groundplane).
- Kabel koaksial RG-58A/U.
- Konektor TNC RG-58.

Prosedur Pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Menghidupkan alat ukur *RF Network Analyzer* dan tunggu ± 5 menit untuk persiapan pengukuran.
2. Menghubungkan kabel koaksial RG-58A/U dengan alat ukur *RF Network Analyzer*.
3. Mengkalibrasi alat ukur *Spectrum Analyzer* yang telah dihubungkan kabel koaksial RG-58A/U.
4. Menghubungkan ujung lain kabel koaksial RG-58A/U dengan antena uji (antena *Rugby Ball* dan Antena *Egg* dengan menggunakan ground plane) sehingga terbentuk rangkaian seperti pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Rangkaian Pengukuran VSWR dan *Return Loss*

(Sumber : Pengukuran)

5. Mengatur alat ukur *RF Network Analyzer* pada range frekuensi 5 GHz – 7 GHz.
6. Mencatat nilai *VSWR* dan *Return Loss* yang ditunjukkan oleh alat ukur *RF Network Analyzer* pada frekuensi 5 GHz – 7 GHz.

5.2.2 Hasil Pengukuran Antena *Rugby Ball*

Hal yang dilakukan pertama kali dalam pengukuran adalah mengukur karakteristik dari antenna yang digunakan, yaitu Antena *Rugby Ball*. Hasilnya sebagai berikut :



Gambar 5.9 Tampilan pengukuran menggunakan Network Analyzer Advantest R3770

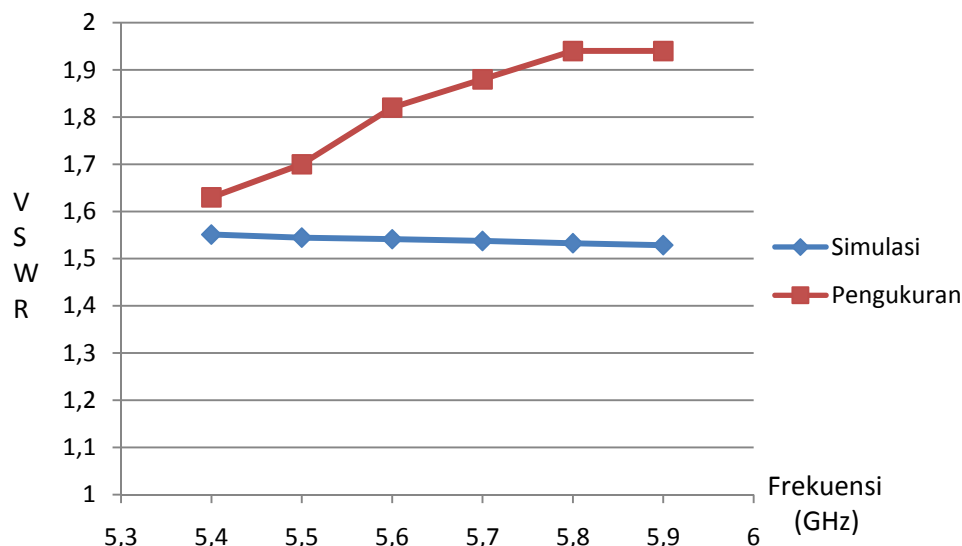
(Sumber : Hasil Pengukuran)

Karena frekuensi kerja Radar *Giraffe* adalah 5,4 GHz hingga 5,9 GHz, maka Pengukuran di fokuskan pada range frekuensi tersebut. Untuk Antena *Rugby Ball* ini didapatkan hasil:

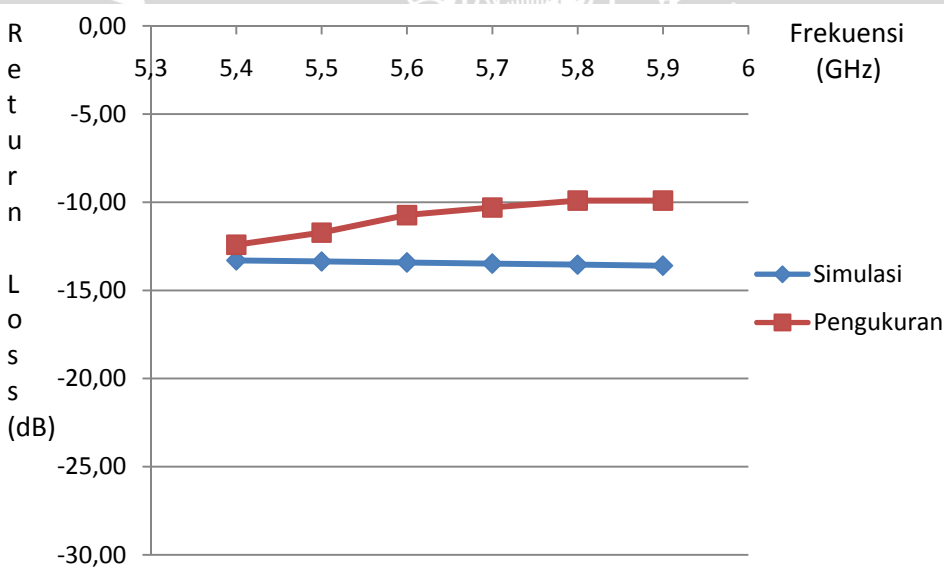
Frekuensi	VSWR	Return Loss (dB)
5,4	1,63	-12,41
5,5	1,7	-11,73
5,6	1,82	-10,73
5,7	1,88	-10,30
5,8	1,94	-9,90
5,9	1,94	-9,90

Tabel 5.4 Hasil pengukuran *VSWR* dan *Return Loss* Antena *Rugby Ball*

(Sumber : Hasil Pengukuran)



Grafik 5.1 Grafik fungsi VSWR terhadap frekuensi
(Sumber : Hasil Pengukuran)



Grafik 5.2 Grafik fungsi Return Loss terhadap frekuensi
(Sumber : Hasil Pengukuran)

5.2.3 Hasil Pengukuran Antena Egg WA 90 HA 190 (hasil optimasi antena Rugby Ball)

Setelah itu pengukuran dilanjutkan dengan antena lain, dan selanjutnya dinamakan Antena Egg (hasil optimasi antena Rugby Ball). Gambar 5.6 adalah bentuk Antena Egg WA 90 HA 190 hasil modifikasi pertama.



Gambar 5.10 Antena Egg WA 90 HA 190

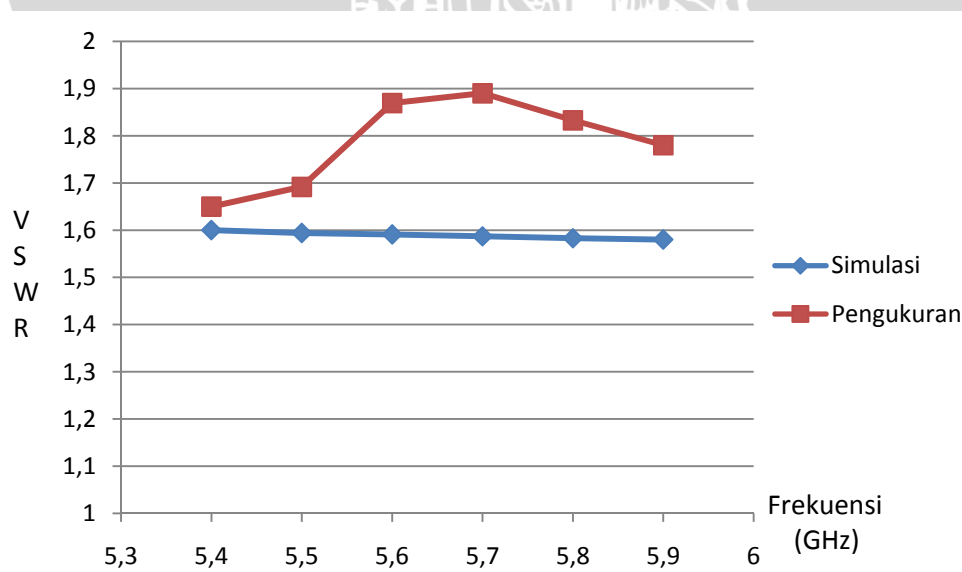
(Sumber : Hasil Pengukuran)

Didapatkan hasil nilai *VSWR* dan *Return Loss* sebagai berikut :

Frekuensi	VSWR	Return Loss (dB)
5,4	1,65	-12,12
5,5	1,69	-11,81
5,6	1,87	-10,36
5,7	1,89	-10,24
5,8	1,83	-10,63
5,9	1,78	-11,02

Tabel 5.5 Hasil pengukuran *VSWR* dan *Return Loss* Antena Egg WA 90 HA 190

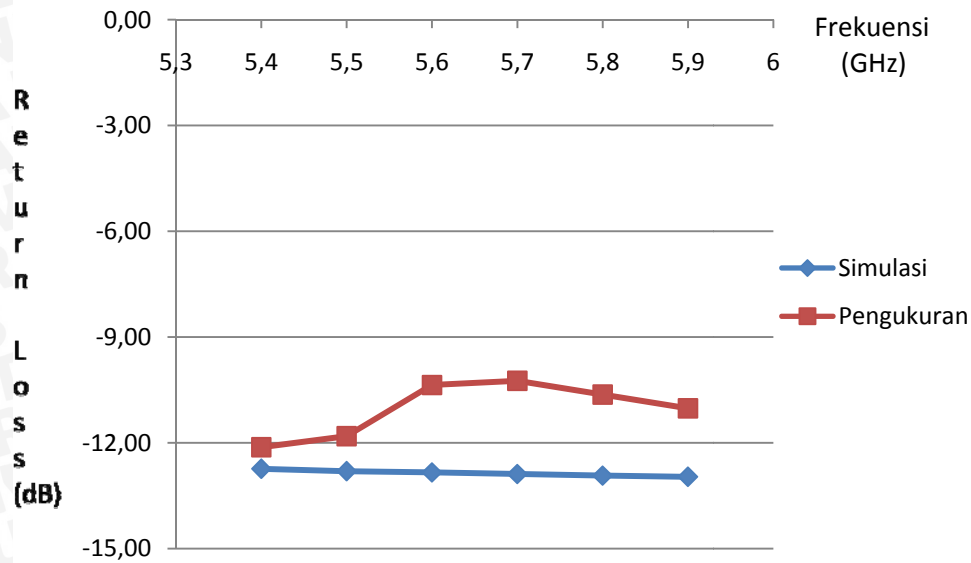
(Sumber : Hasil Pengukuran)



Grafik 5.3 Grafik fungsi *VSWR* terhadap frekuensi

(Sumber : Hasil Pengukuran)





Grafik 5.4 Grafik fungsi *Return Loss* terhadap frekuensi
(Sumber : Hasil Pengukuran)

5.2.4 Hasil Pengukuran Antena *Egg* WA 90 HA 145 (hasil optimasi antena *Rugby Ball*)

Modifikasi kedua dari Antena *Rugby Ball* didapatkan bentuk Antena *Egg*, yang dinamakan Antena *Egg* WA 90 HA 145 seperti pada gambar 5.11.



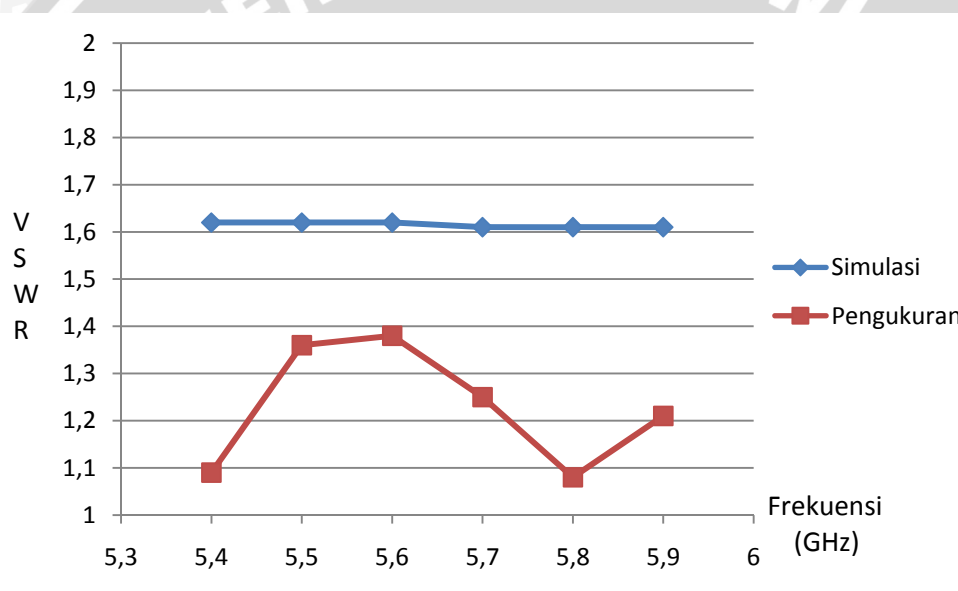
Gambar 5.11 Antena *Egg* WA 90 HA 145
(Sumber : Hasil Pengukuran)

Didapatkan hasil nilai *VSWR* dan *Return Loss* sebagai berikut :

Frekuensi	VSWR	Return Loss (dB)
5,4	1,09	-27,96
5,5	1,36	-16,33
5,6	1,38	-15,94
5,7	1,25	-19,08
5,8	1,08	-28,30
5,9	1,21	-20,45

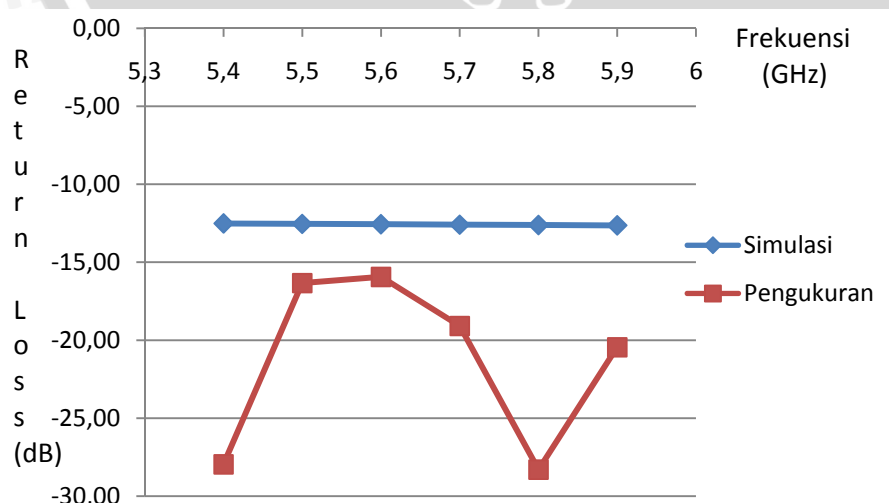
Tabel 5.6 Hasil pengukuran *VSWR* dan *Return Loss* Antena Egg WA 90 HA 145

(Sumber : Hasil Pengukuran)



Grafik 5.5 Grafik fungsi *VSWR* terhadap frekuensi

(Sumber : Hasil Pengukuran)



Grafik 5.6 Grafik fungsi *Return Loss* terhadap frekuensi

(Sumber : Hasil Pengukuran)

5.2.5 Analisis Hasil Pengukuran VSWR dan *Return Loss*

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan Tabel dan Grafik, Antena *Rugby Ball* dan antena *Egg* memiliki nilai *Return Loss* dan VSWR yang berbeda-beda. Misalnya pada frekuensi kerja 5,5 GHz untuk Antena *Rugby Ball* memiliki nilai *Return Loss* sebesar - 11,73 dB dan VSWR sebesar 1,7, kemudian untuk Antena *Egg* WA 90 HA 190 memiliki nilai *Return Loss* sebesar - 11,81 dB dan VSWR sebesar 1,69 , dan untuk Antena *Egg* WA 90 HA 145 memiliki nilai *Return Loss* sebesar - 16,33 dB dan VSWR sebesar 1,36 , meskipun berbeda-beda, antena dapat bekerja dengan frekuensi kerja yang direncanakan dan masih dalam batas yang diijinkan yaitu $RL \leq -10$ dB dan $1 \leq VSWR \leq 2$.

Hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan hasil simulasi dan menunjukkan terjadinya perbedaan nilai *Return Loss* dan VSWR, misalnya dapat kita lihat pada tabel berikut ini untuk hasil dari frekuensi 5,5 GHz :

Jenis Antena	VSWR		<i>Return Loss</i> (dB)	
	Simulasi	Pengukuran	Simulasi	Pengukuran
<i>Rugby Ball</i>	1,54	1,7	-13,36	-11,73
<i>Egg</i> WA 90 HA 190	1,59	1,69	-12,80	-11,81
<i>Egg</i> WA 90 HA 145	1,62	1,36	-12,54	-16,33

Tabel 5.7 Perbandingan nilai VSWR dan *Return Loss* untuk frekuensi 5,5 GHz
(Sumber : Hasil Pengukuran)

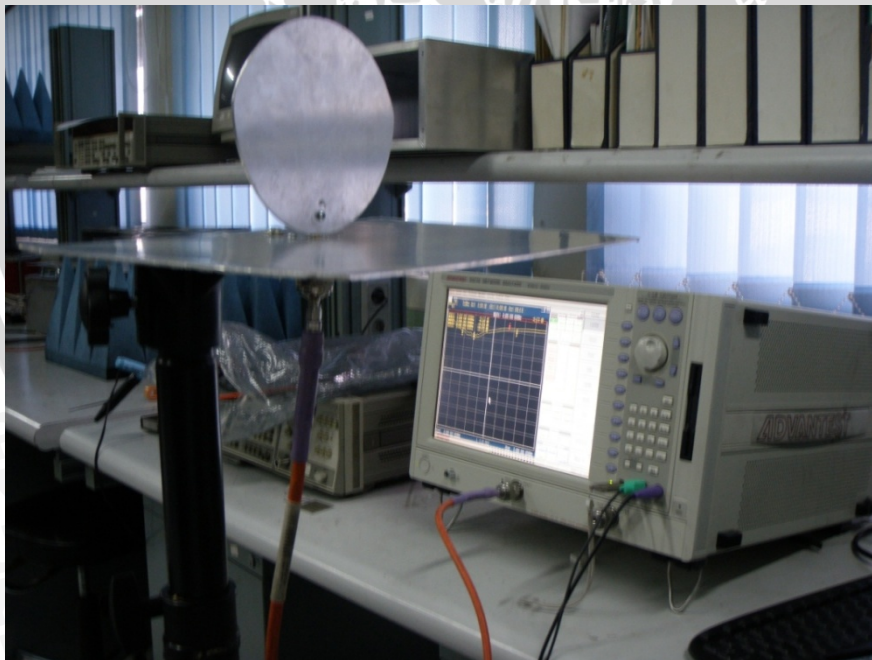
Dari tabel di atas dapat diketahui pergeseran nilai antara hasil simulasi dan pengukuran, perubahan yang signifikan terjadi pada Antena *Egg* yaitu ketika simulasi memiliki nilai VSWR 1,62 dan saat pengukuran menjadi semakin mendekati kondisi *matching* dengan nilai VSWR 1,36 .

Pergeseran nilai antara hasil simulasi dan pengukuran disebabkan oleh beberapa hal berikut ini :

1. Pengukuran dilakukan di dalam ruangan yang terdapat peralatan – peralatan yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran seperti Sinyal Generator dan berbagai bentuk peralatan besar yang terbuat dari logam sehingga dapat memantulkan sinyal. Serta kurangnya peralatan *Anechoic Chamber* yang tersedia di dalam ruangan.

2. Proses pembuatan antenna yang dilakukan secara manual keterampilan tangan, seperti dalam tahap pemotongan dan penghalusan tepi antenna, penambahan logam pada *inner* Konektor - N dan pengaturan ketinggian antenna terhadap ground plane (perbedaan 1 mm sangat mempengaruhi hasil pengukuran). Jadi sangatlah mungkin terjadi kesalahan dalam pembuatan.
3. Terdapat perbedaan kualitas substrat / bahan penyusun alumunium yang ada di Indonesia dengan yang ada di Jerman (tempat fabrikasi dan penelitian awal antenna Rugby Ball).

Berdasarkan nilai VSWR dan *Return Loss*, dari ketiga antenna tersebut semuanya memenuhi spesifikasi untuk digunakan pada Radar *Giraffe* karena ketiganya mampu bekerja pada frekuensi 5,4 GHz – 5,9 GHz, ini dibuktikan dengan nilai $RL \leq -10$ dB dan $1 \leq VSWR \leq 2$. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik ketika dilakukan pengukuran selanjutnya yaitu transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*) maka dipilih antenna modifikasi, Antena Egg WA 90 HA190 dan Antena Egg WA 90 HA 145 yang nilai parameter VSWR dan *Return Loss* ketika pengukuran lebih baik daripada antenna *Rugby Ball*.



Gambar 5.12 Pengukuran VSWR dan *Return Loss*
(Sumber : Hasil Pengukuran)

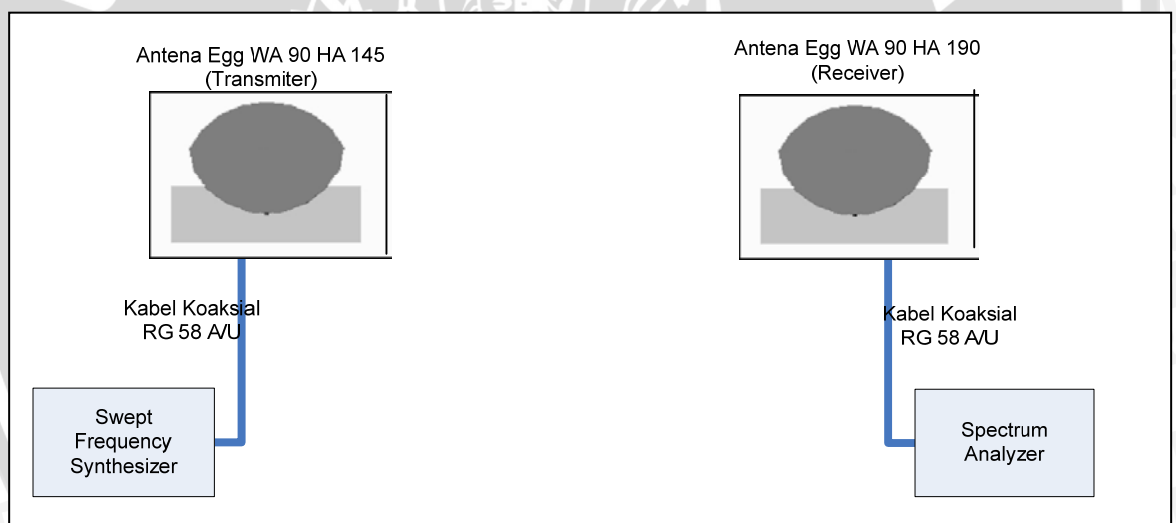
5.2.6 Pengukuran transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*)

Tahapan selanjutnya adalah dilakukan pengukuran yang akan menjadi indikator bahwa Antena Egg dapat diimplementasikan pada Radar Giraffe. Antena Egg WA 90 HA 190 difungsikan sebagai *Receiver* dan Antena Egg WA 90 HA 145 digunakan sebagai *Transmitter*.

Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- *Swept Frequency Synthesizer* WILTRON model 6747B 10 MHz – 20 GHz
- *Spectrum Analyzer* Hewlett Packard 8593A 9 kHz – 22 GHz.
- Antena uji (Antena Egg WA 90 HA 190 dan WA 90 HA 145 dan ground plane)
- Kabel koaksial RG-58A/U
- Konektor TNC RG-58.
- Dua Buah Tiang penyangga

Prosedur Pengukuran adalah sebagai berikut :



Gambar 5.13 Rangkaian Pengukuran transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*)

(Sumber : Pengukuran)

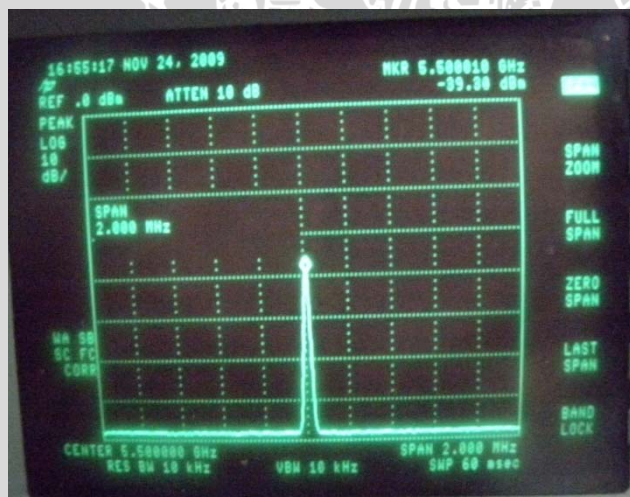
1. Merangkai peralatan seperti pada gambar 5.13 , dengan antena ditopang menggunakan tiang penyangga,
2. Pada *Swept Frequency Synthesizer* diatur untuk frekuensi *carrier* 5,5 GHz , pulsa PRF 350 μ S , daya pancar 10 mW.
3. Pada *Spectrum Analyzer* diatur sedemikian rupa sehingga gambar yang ditampilkan jelas.



Gambar 5.14. Konfigurasi *Transmitter* dan *Receiver*

(Sumber : Hasil Pengukuran)

Pada Sinyal generator frekuensi *carrier* diatur sesuai dengan frekuensi kerja Radar *Giraffe*, dipilih frekuensi 5,5 GHz. Cara kerja dari frekuensi *carrier* akan dikondisikan seperti pada Radar *Giraffe*, yaitu cara pancar frekuensi *carrier* diatur ritmenya oleh PRF (*Pulse Repetition Frequency*) dan nilainya juga harus pada range PRF Radar *Giraffe* (mode PRFCH 40 KM medium), dipihlah nilai PRF 350 μ S. Dan besar daya transmisi adalah 10 mW.



Gambar 5.15. Level penerimaan sinyal *carrier* pada *receiver* tanpa PRF

(Sumber : Hasil Pengukuran)



Gambar 5.16. Level penerimaan sinyal *carrier* ketika pancarannya diatur oleh PRF
(Sumber : Hasil Pengukuran)

5.2.7 Analisis Hasil Pengukuran Transmisi Sinyal *Carrier* Berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*)

Pada Gambar 5.15, penerimaan sinyal *carrier* 5,5 GHz oleh *receiver* yang dipancarkan oleh *Transmitter* tanpa PRF.

Pada Gambar 5.16, pancaran sinyal *carrier* diatur oleh pulsa PRF 350 μ S, sehingga sinyal akan terpancar dengan periode 350 μ S. Pada Kondisi puncak, nilai frekuensinya adalah 5,5 GHz. Jika dibandingkan dengan keluaran Radar *Giraffe* sendiri untuk frekuensi *carrier* yang dipancarkan terdapat perbedaan dengan yang ditampilkan pada *Spectrum Analyzer*, yaitu terletak pada *Pulse Length* (dapat dilihat pada gambar 5.6 dan 5.7), pada Radar *Giraffe* nilainya untuk 40 KM Range adalah 6,0 – 7,2 μ s sedangkan untuk 20 KM range adalah 3,0 – 3,6 μ s . Kemudian untuk *Pulse Length* hasil pengukuran Laboratorium adalah 175 μ s. Hal ini dikarenakan pada radar *Giraffe* sendiri terdapat alat khusus (diluar bahasan skripsi ini) yang mampu menjadikan *Pulse Length* hasil pengukuran pada Radar *Giraffe* sebesar 6,0 – 7,2 μ s (misalkan pada mode 40 KM).

Seperti pada teori dasar tentang PRF (Bab 2), dalam 1 periode pulsa terdapat bagian *Rest Time* dan *Pulse Length*. Dalam pengukuran nilai *Pulse Length* hasil pengukuran pada Radar *Giraffe* sebesar 6,0 – 7,2 μ s (misalkan pada mode 40 KM) berarti ketika dalam keadaan *Pulse Length*, Radar *Giraffe* memancarkan frekuensi *carrier* sedangkan dalam sisa waktu besar nilai PRF dikurangi nilai *Pulse Length* terjadi proses pengolahan *echo* (sinyal pantul dari benda – benda dalam radius pancar Radar *Giraffe*) hingga ditampilkan pada layar monitor pada ruang kendali radar. Sama halnya dengan hasil pengukuran, nilai PRF 350 μ s dan *Pulse Length* 175 μ s berarti jika diasumsikan pada teori radar, maka pulsa

akan aktif selama 175 μs dan selama itu pula frekuensi *carrier* akan dipancarkan. Dan *Rest Time* selama 175 μs diasumsikan bahwa selama itu sinyal *echo* diproses hingga muncul tampilan pada layar monitor radar.



BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, optimasi, pembuatan, pengujian, pengukuran, serta analisis parameter-parameter antenna, baik antenna *Rugby Ball* maupun antenna *Egg* (hasil optimasi antenna *Rugby Ball*) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi antenna *Rugby ball* untuk nilai VSWR adalah berfluktuasi pada angka 1,5 hingga 1,8 hingga pada frekuensi 13 GHz memiliki nilai 2,05. Untuk nilai *Return Loss*, hasilnya cukup sesuai dengan yang diharapkan yaitu $< -10\text{dB}$, hanya pada range frekuensi 12,5 – 15 GHz bernilai $> -10\text{dB}$. Pada hasil simulasi *Gain*, nilai *Gain* yaitu pada frekuensi 1 GHz penguatannya 1 dBi hingga pada frekuensi 16 GHz penguatannya 12 dBi. Begitu juga dengan hasil simulasi *Directivity*, pada 1 GHz nilainya 2 dBi hingga frekuensi 16 GHz nilainya 12 dBi.
2. Kemudian Hasil simulasi antenna *Egg* yang merupakan optimasi dari antenna *Rugby Ball* adalah menetapkan 2 bentuk antenna yaitu pertama, antenna *Egg* ukuran WA 90 HA 190 yang memiliki *bandwidth* paling lebar jika dibandingkan 2 antenna *Egg* yang berukuran WA 90 HA 180 dan WA 90 HA 200. Kedua, antenna *Egg* berukuran WA 90 HA 145 yang memiliki *bandwidth* paling lebar jika dibandingkan 2 antenna *Egg* yang berukuran WA 90 HA 135 dan WA 90 HA 155.
3. Hasil pengukuran lapangan didapatkan nilai PRF, *Receiver Limiting Level* dan *Pulse Length*. Nilai tersebut telah terbukti sama jika dibandingkan dengan data yang didapatkan dari *manual book Ericsson Radar Electronics AB SWEDEN Type UAZ 101 20/2*.
4. Hasil pengukuran antenna *Rugby Ball* dan antenna *Egg* di laboratorium LIPI bandung, untuk pengukuran VSWR dan *Return Loss* pada rentang frekuensi 5,4 – 5,9 GHz (frekuensi kerja radar *Giraffe*) terdapat perbedaan nilai jika dibandingkan dengan hasil simulasi. Tetapi masih dalam batas yang diijinkan yaitu untuk VSWR ($1 \leq VSWR \leq 2$) dan untuk *Return Loss* $< -10\text{dB}$.

5. Berdasarkan hasil pengukuran parameter VSWR, *Return Loss*, dan transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*), antenna *Egg* yang merupakan optimasi dari antenna *Rugby Ball* dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan Radar *Giraffe* untuk beroperasi sebagaimana mestinya. Maka secara teori Antena *Egg* yang merupakan hasil optimasi antenna *Rugby Ball* dapat diimplementasikan pada radar *Giraffe*.

6.2. 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. Disarankan untuk melakukan pengujian dan pengukuran di dalam ruangan *Anechoic Chamber*.
2. Perencanaan antenna dengan menggunakan *ground plane* dan *reflektor* dapat menggunakan bahan lain dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) yang berbeda. Selanjutnya dapat digunakan model lain dengan range frekuensi yang sama agar dapat dilakukan perbandingan performansi antenna.
3. Dalam proses pembuatan antenna yang dilakukan secara manual olahan tangan, diupayakan sekecil mungkin melakukan kesalahan seperti dalam tahap pemotongan dan penghalusan tepi antenna, penambahan logam pada inner connector –N dan pengaturan ketinggian antenna terhadap *ground plane* (perbedaan 1 mm sangat mempengaruhi hasil pengukuran).
4. Dalam pengukuran transmisi sinyal *carrier* berbasis PRF (*Pulse Repetition Frequency*), pengukuran dilakukan dengan daya frekuensi *carrier* yang lebih besar, karena pada radar *Giraffe* sendiri menggunakan daya > 10 kW.
5. Skripsi ini masih dapat dianalisis lebih lanjut untuk membuktikan secara fisik, penggantian antenna *Rugby Ball*.

DAFTAR PUSTAKA

Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition*. John Wiley and Sons, Inc.

Hund, Edgar. 1989. *Microwave Communications*. McGraw-Hill International, New York.

Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. McGraw-Hill International, New York.

Liao, S Y. 1987. *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design, 2nd Edition*. Souders College Publishing, New York.

Yuwono, Rudy, "A Novel *Rugby Ball* Antenna for Ultra Wide Band Communications", Journal of Engineering Faculty of Brawijaya University Malang. ISSN : 0859-212139, Volume 12 No.2 Agustus 2005

Ericsson.1990. Manual Book Giraffe UAZ 101 20/2.Molndal,Sweden.

[Skolnik, Merrill I.](#), Introduction to Radar Systems, McGraw-Hill 1st ed., 1962; 2nd ed., 1980; 3rd ed., 2001

Anonymous. www.zeland.com

Anonim. 2010. Teori Dasar Radar.

<http://www.e-dukasi.net> Tanggal akses 7 Februari 2010

Anonim. 2010. **PULSE-REPETITION FREQUENCY (prf)**

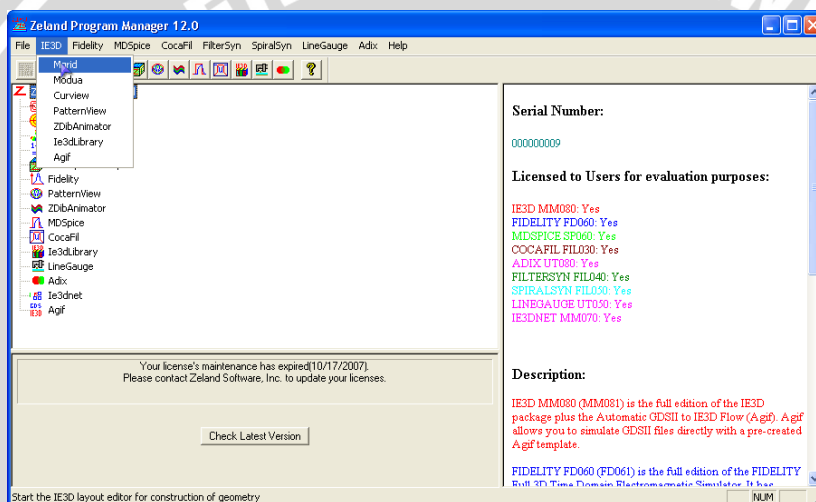
<http://www.tpub.com> Tanggal akses 7 Februari 2010

LAMPIRAN 1

LANGKAH SIMULASI ANTENA MENGGUNAKAN SOFTWARE IE3D

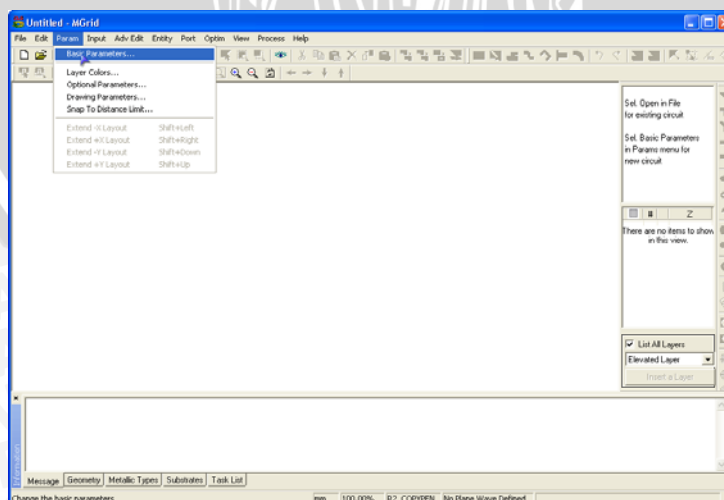
Dalam penyelesaian skripsi ini digunakan simulator IE3D dari Zeland Incorporation untuk merancang antenna dan mensimulasikan parameter-parameter dari antenna hasil rancangan. Lebih jauh lagi IE3D dapat melakukan visualisasi arus dan perhitungan pola radiasi disamping simulasi. Dalam perancangan ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Pertama install program IE3D hingga didapatkan tampilan sebagai berikut. Kemudian stand-by pada Zeland Program Manager. Setelah muncul tampilan stand-by Zeland maka klik pada “IE3D” lalu pada “Mgrid”.



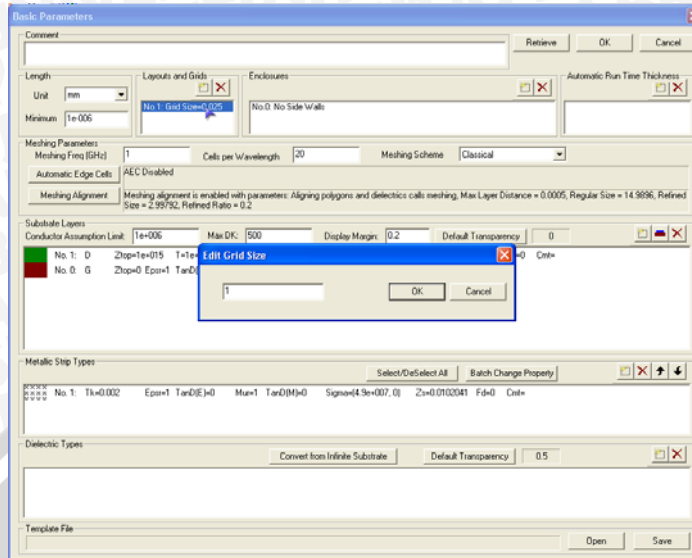
Gambar 1 Zeland Program Manager 12.0

2. Klik pada “Param” dan “Basic Parameters”.

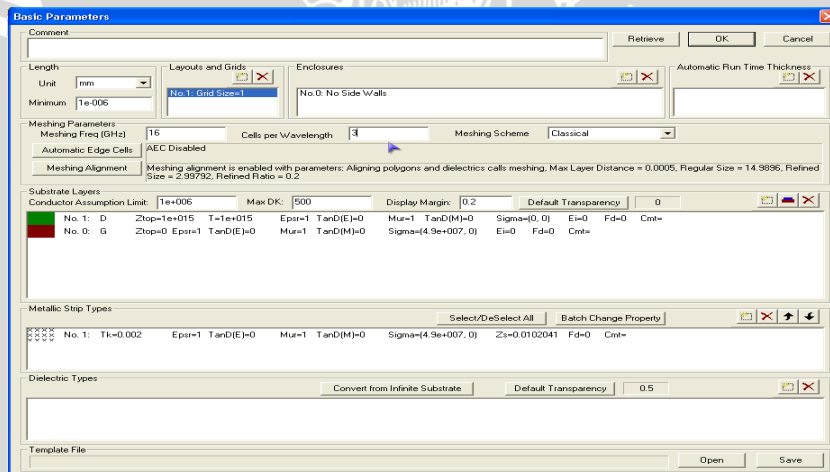


Gambar 2 Zeland MGrid Window

3. Lalu edit Grid Size=1 dalam satuan mm, Meshing Freq= 16 GHz, Cells per Wavelength=5.

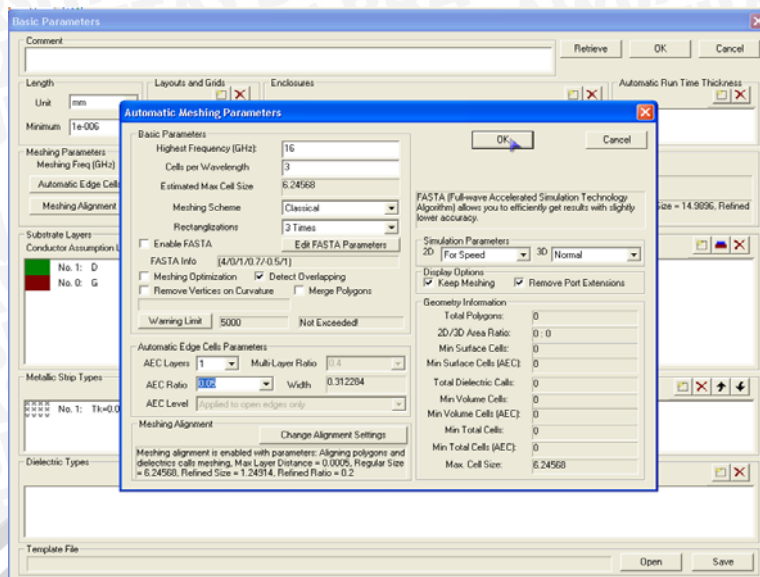


Gambar 3 MGrid Basic Parameters – Edit Grid Size



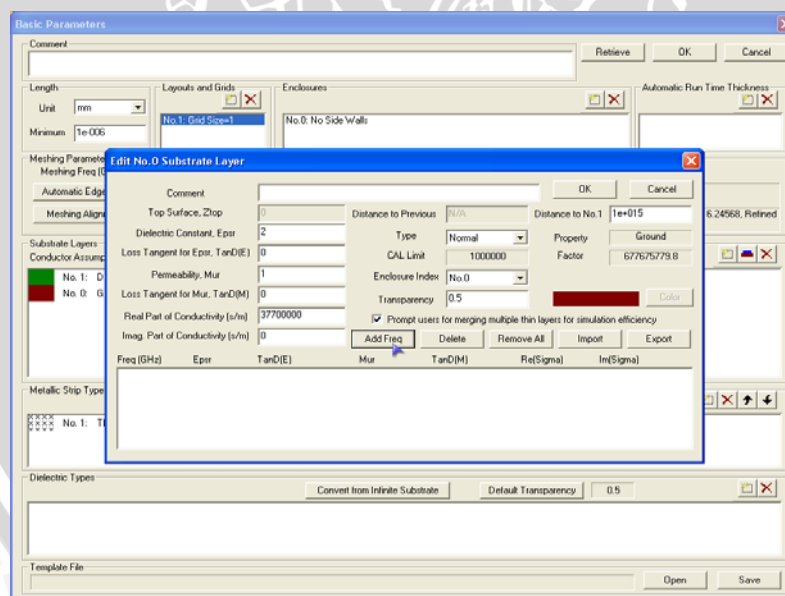
Gambar 4 MGrid Basic Parameters – Edit Meshing Freq

4. Kemudian kita tentukan Automatic Edge Cells nya untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan apabila menggunakan non otomatis. Pada AEC tersebut kita tentukan AEC layers adalah 1 yang berarti berkurangnya ketelitian dibandingkan AEC layers 5. kemudian kita juga tentukan AEC rasionya adalah 0,05 agar mempersempit rasio agar lebih akurat.

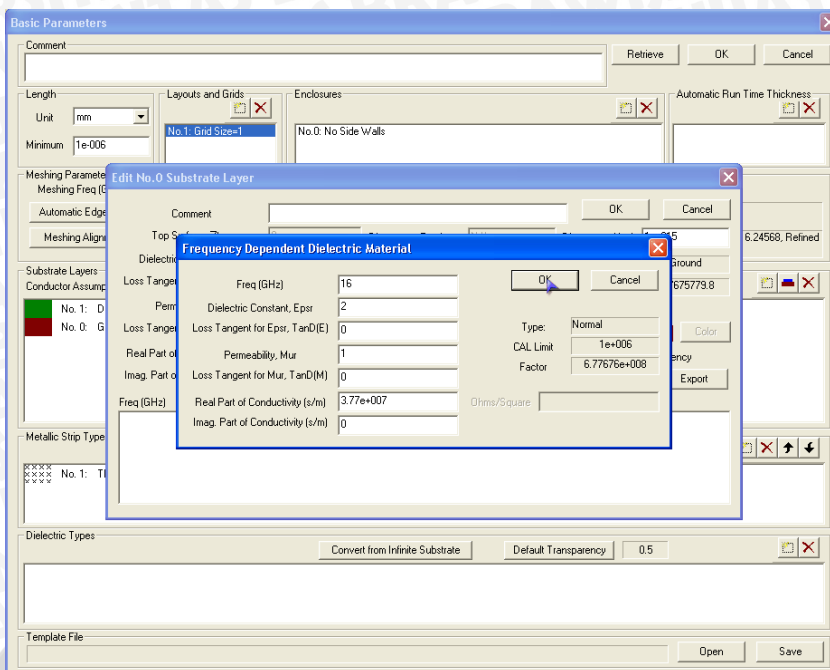


Gambar 5 MGrid Basic Parameters – Automatic Meshing Parameters

- Selanjutnya kita tentukan substrate Layer dengan mengubah layer 0 menjadi lapisan alumunium dengan spesifikasi yang telah dicantumkan sebelumnya. Kemudian memberikan frekuensi masukannya.

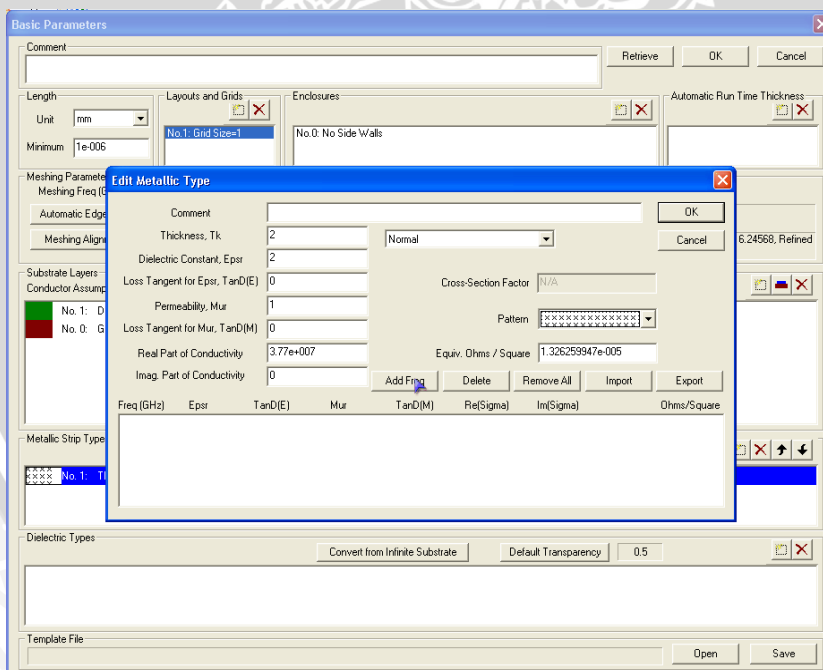


Gambar 6 MGrid Basic Parameters – Edit Substrate Layer

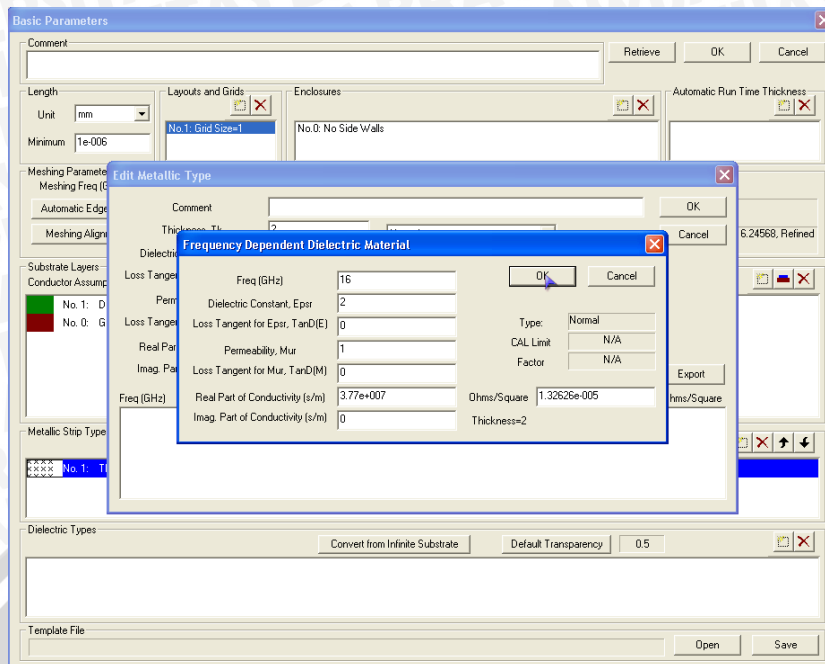


Gambar 7 MGrid Basic Parameters – Edit Dielectric Material

6. Kita juga akan mengubah spesifikasi Metallic Strip types antenna tersebut seperti spesifikasi dibawah ini dan memberi frekuensi masukannya.

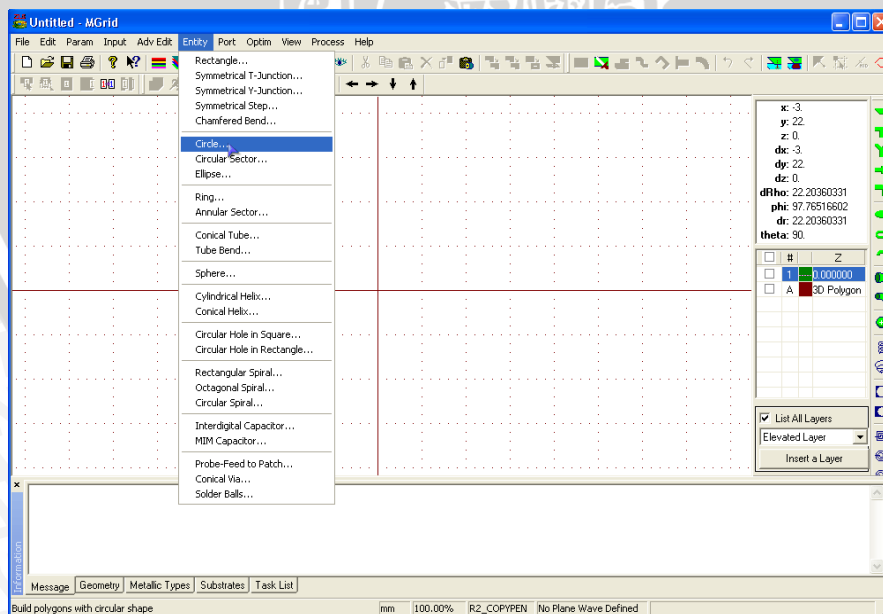


Gambar 8 MGrid Basic Parameters – Edit Metallic Type

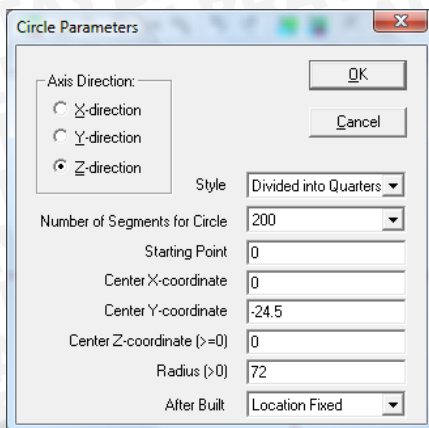


Gambar 9 MGrid Basic Parameters – Dielectric Material

7. Kemudian setelah semuanya telah ditentukan, maka akan tampil pada layar lembar kerja seperti di bawah ini. Untuk menggambar antenna rugby ball ini maka kita membutuhkan dua buah lingkaran yang dipotong dan digabungkan sehingga tercipta bentuk HA 115 dan WA 135. Rasio HA 115 adalah 47.5 : 24.5 : 43.

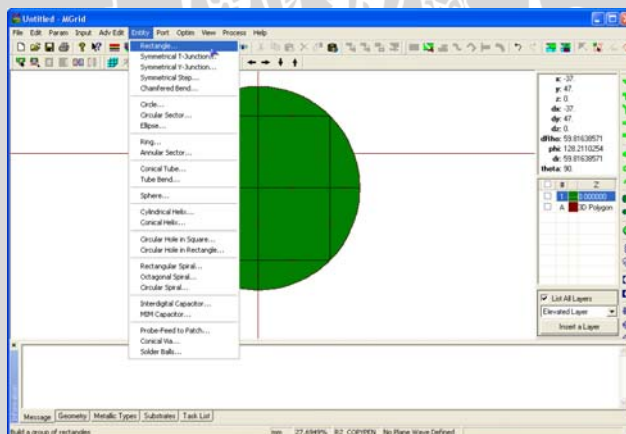


Gambar 10 Pilih Entity Circle

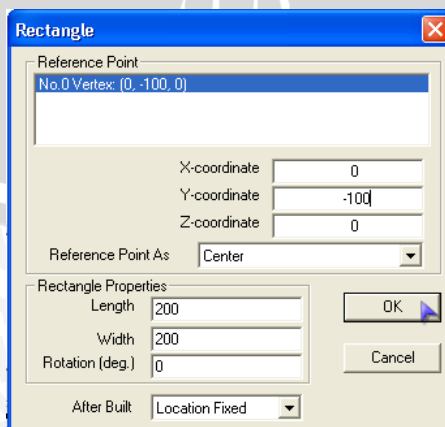


Gambar 11 Circle Parameter Lingkaran 1

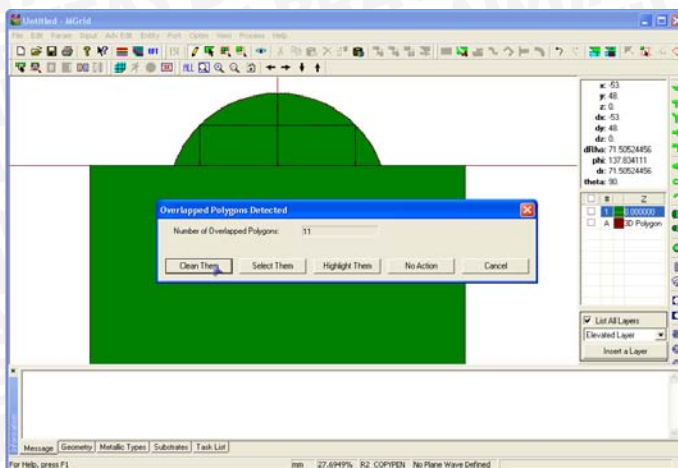
8. Setelah terbentuk lingkaran pertama maka kita dapat memotongnya dengan cara membuat bujur sangkar dengan lebar dan panjang 200mm tepat dibagian perpotongan ($y = -100$) lalu menghapusnya menggunakan "Select Polygon", klik pada bujur sangkar, "Delete" maka setengah lingkaran pertama akan kita dapatkan. Apabila tampil pilihan saat kita meletakkan bujur sangkar maka kita pilih "Clean Them".



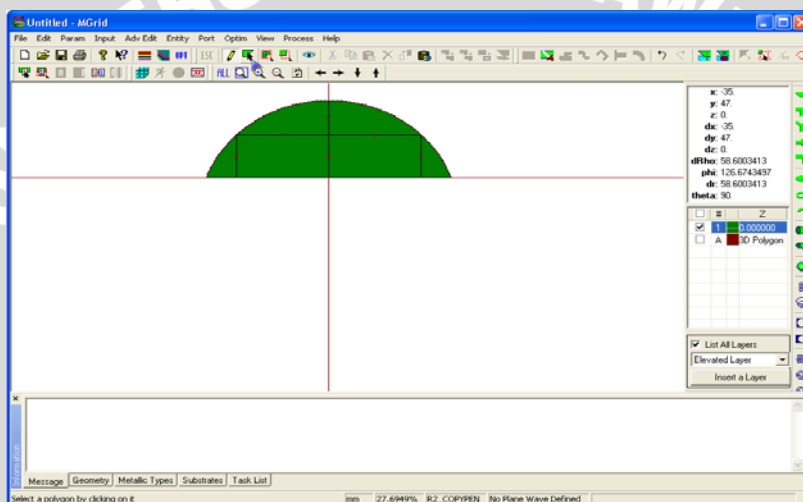
Gambar 12 Pilih Entity Rectangle



Gambar 13 Entity Parameter

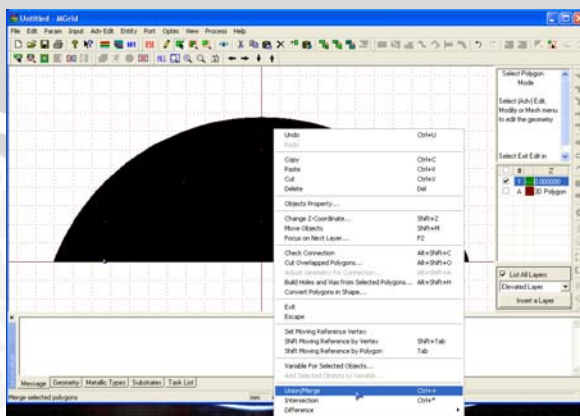


Gambar 14 Menghapus Bagian Polygon



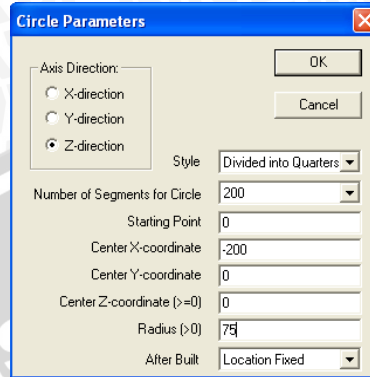
Gambar 15 Hasil Potongan Polygon

9. Selanjutnya kita harus menyatukan polygon-polygon antenna agar kita dapatkan setengan linkkaran yang utuh dengan cara "Select Polygon" klik pada tiap-tiap polygon lalu klik kanan mouse kemudian klik "Union/Merge".

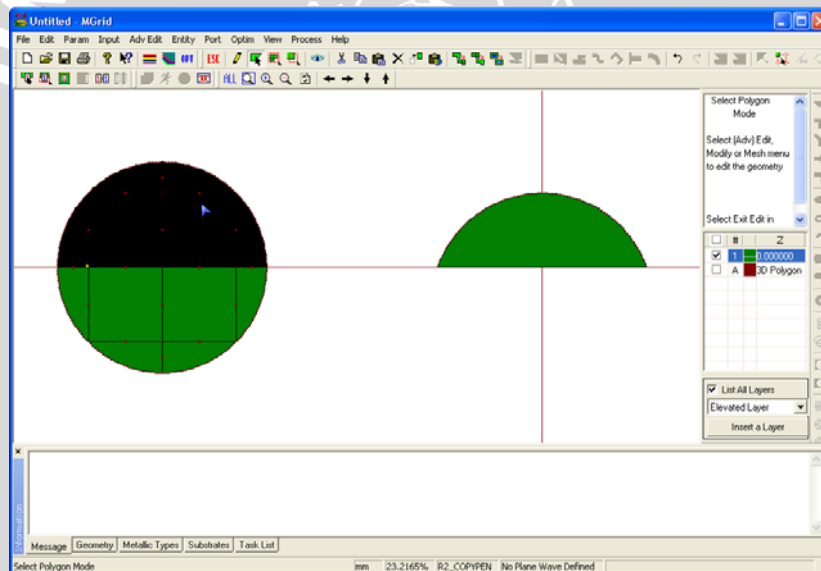


Gambar 16 Melakukan Merge

10. Kemudian kita membuat setengah lingkaran kedua dengan cara isikan radius = 67.5mm, x= -200. Jangan lupa untuk memilih number of segment 200 agar didapatkan lingkaran sempurna.

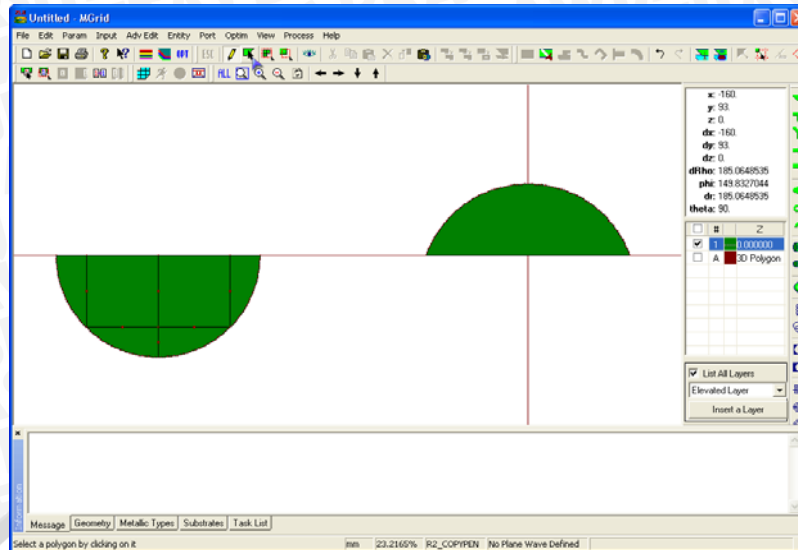


Gambar 17 Circle Parameter Lingkaran 2



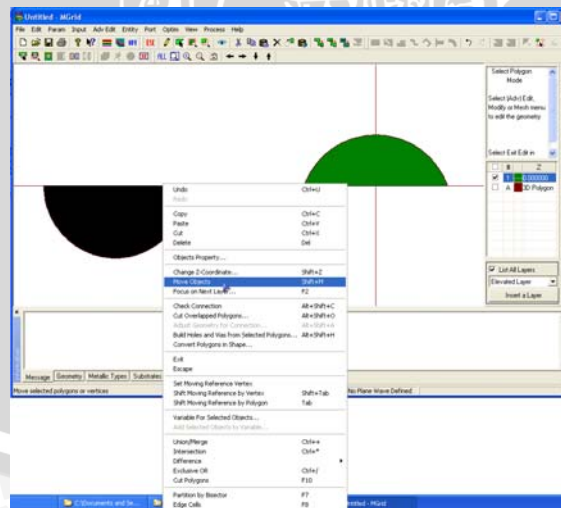
Gambar 18 Pematongan Polygon Lingkaran Kecil

Kemudian kita hapus setengah lingkaran atas nya dengan cara menghapus tiap polyгонnya.



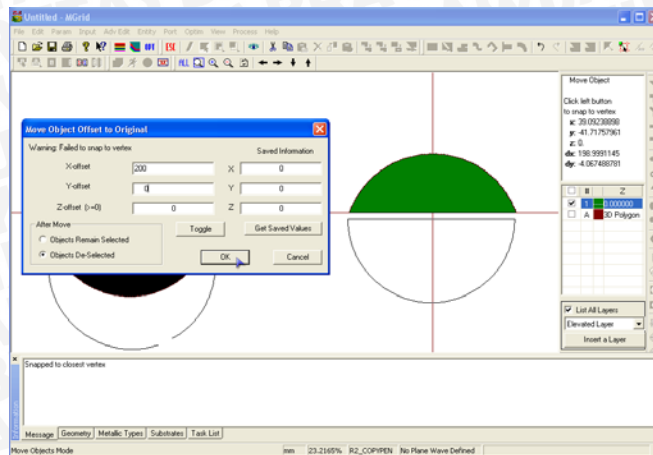
Gambar 19 Hasil Pemotongan Polygon

Kita juga harus menggabungkan polygon-polygon pada setengah antenna yang kedua tersebut seperti cara sebelumnya. Kemudian kita akan menggeser setengah lingkaran kedua agar tepat berada dibawah setengah antenna pertama dengan cara memilih polygon lingkaran kedua, klik kanan pada mouse dan klik "Move Objects" maka kita dapat mengisikan koordinat tujuan yaitu $x=200$ dan $y=0$ agar lingkaran kedua tepat berada di bawah lingkaran pertama.

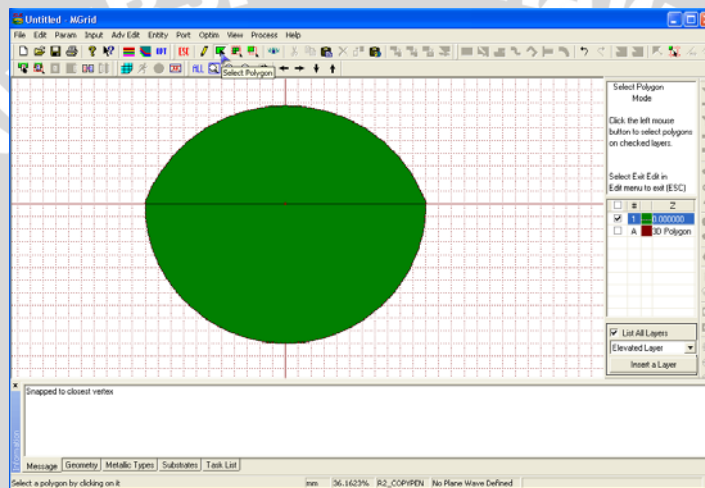


Gambar 20 Move Objects



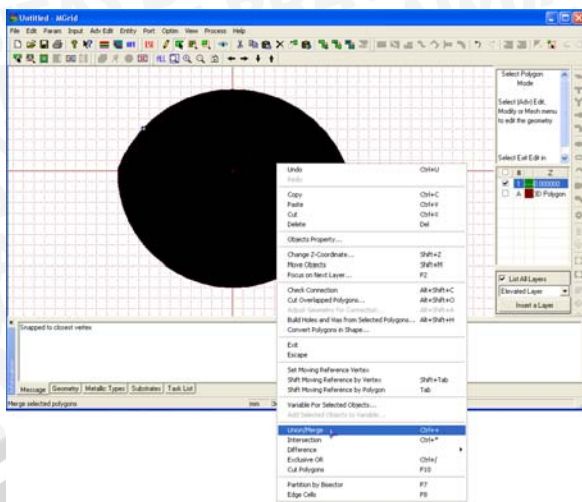


Gambar 21 Memindahkan Polygon

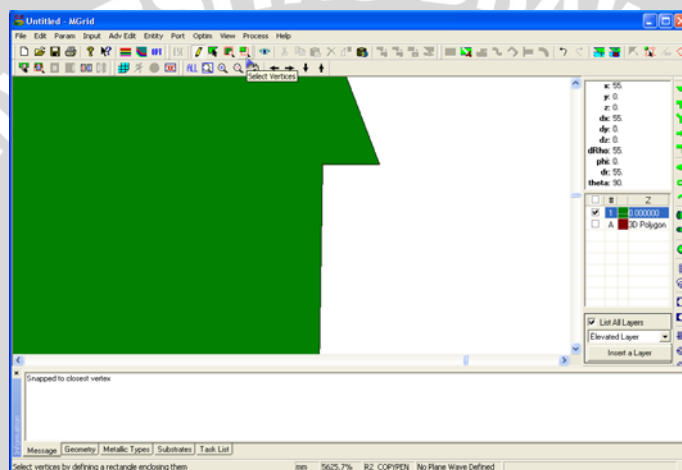


Gambar 22 Hasil Pemindahan Polygon

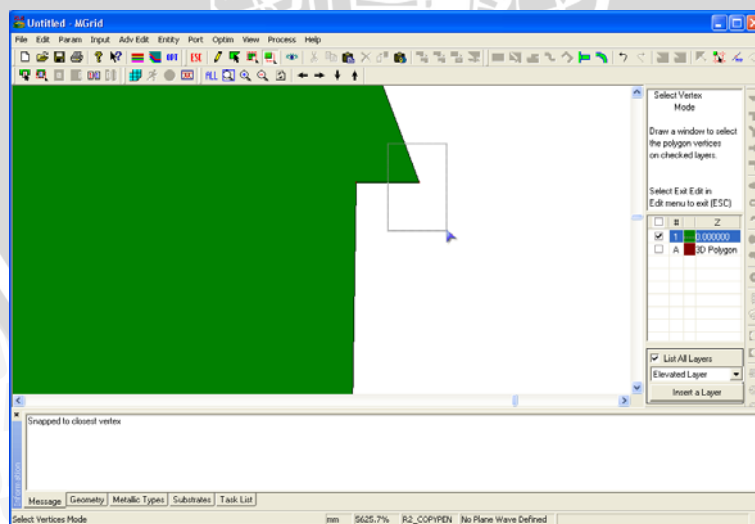
11. Setelah kita dapatkan bentuk sempurna antenna maka kita harus menggabungkan kedua polygon terlebih dahulu dengan klik "Select Polygon", memilih polygon, kemudian klik kanan mouse dan pilih "Union/Merge". Kemudian kita harus melakukan pengecekan terhadap tiap-tiap ujung persambungan kanan dan kiri. Apabila terdapat cacat pada titik persambungan maka kita dapat klik "Select Vertices", drag pada daerah cacat lalu "Delete".



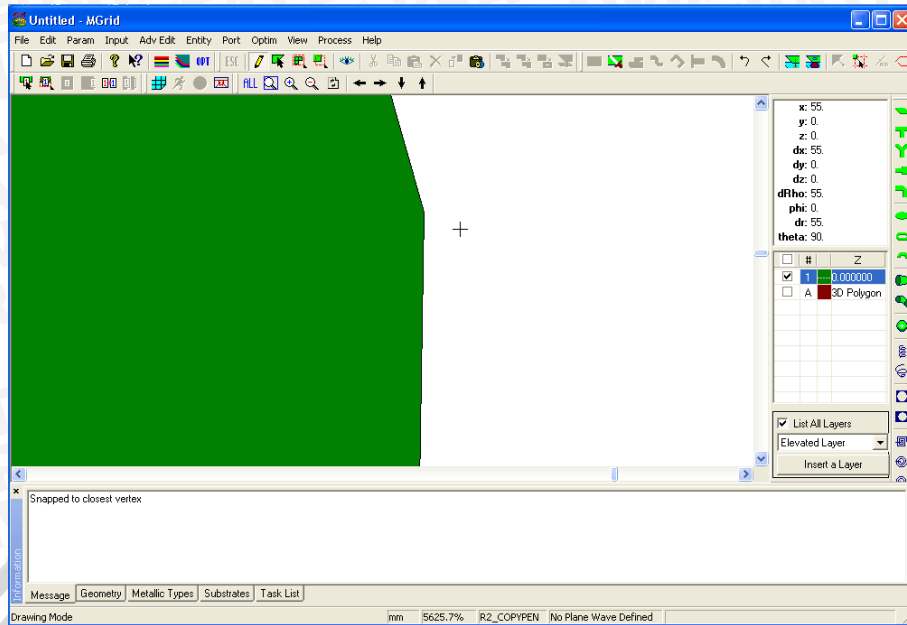
Gambar 23 Merge Polygon



Gambar 25 Titik persambungan yang cacat pada ujung kanan dan kiri antenna

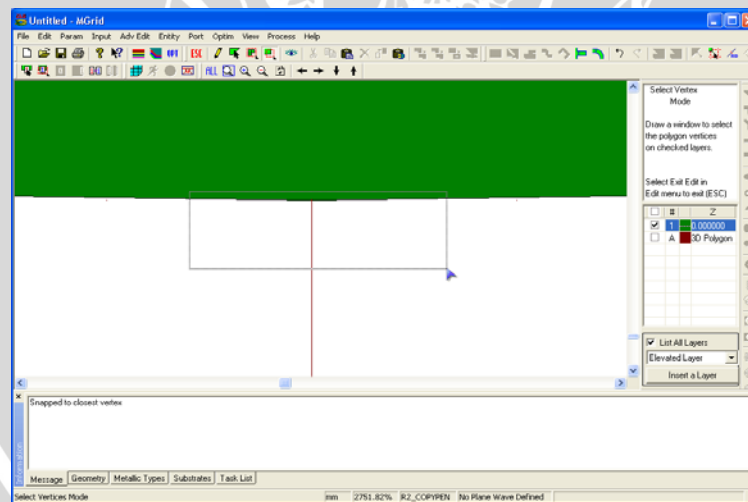


Gambar 26 Drag Pada Ujung Polygon

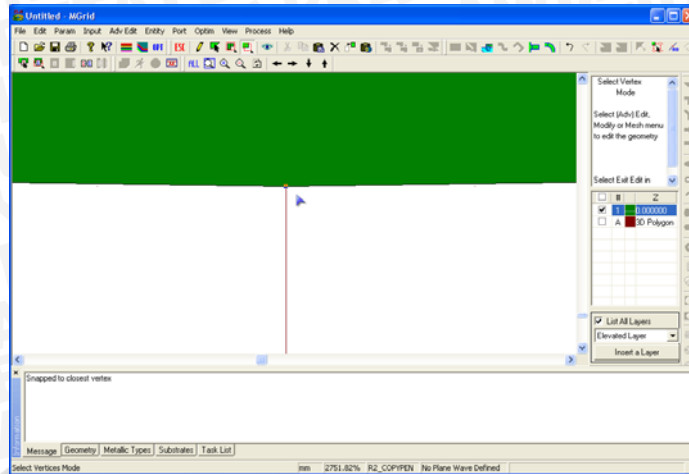


Gambar 27 Hapus Vertice

12. Apabila bentuk antenna telah disempurnakan maka kita dapat membentuk port. Cara pertama dalam pembentukan port adalah dengan meratakan bagian bawah antenna, klik "Select Vertices" tepat ditengah-tengah lalu "Delete".

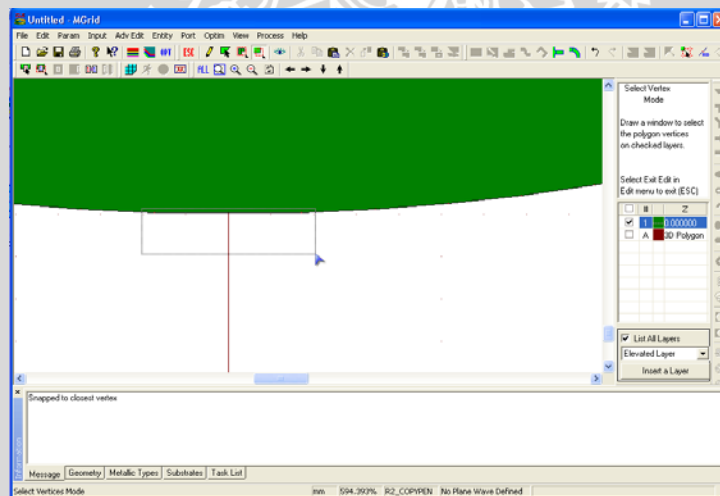


Gambar 28 Drag Vertice Bagian Bawah

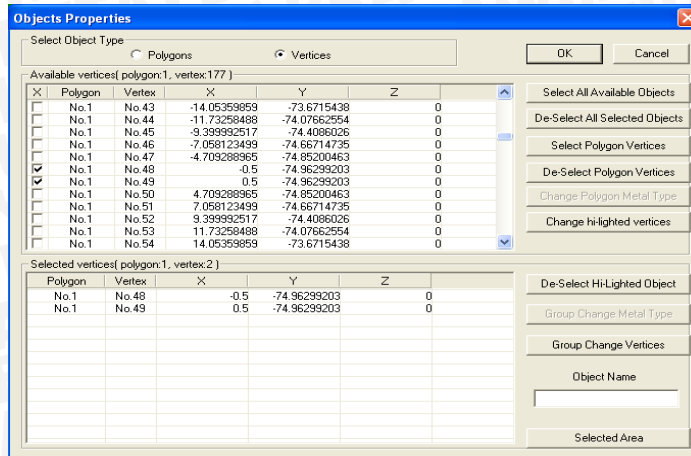


Gambar 29 Menghapus Vertice Bagian Bawah

13. Untuk mencocokkan rataan bawah dan port yang ingin dipasang maka "Select Vertices" kemudian drag pada bagian rataan. Setelah keluar dua kotak tanda maka pilih kotak sebelah kanan, klik kanan pada mouse lalu kita tentukan lebar rataannya pada "Object Property" sesuai ukuran diameter kabel coaxial 1mm.

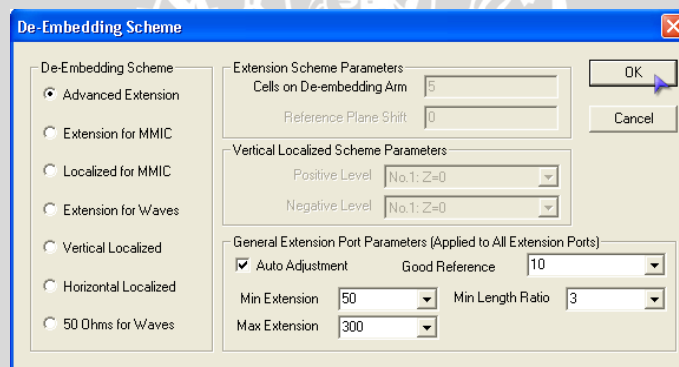


Gambar 30 Memilih Vertice Untuk Port



Gambar 31 Hasil Merubah Koordinat Vertice

14. Setelah rataan untuk port tersedia maka kita akan menambahkan port pada rancangan antenna tersebut. Pertama-tama kita klik "Port", pilih "Part for Edge Group". Maka akan kita dapatkan tampilan sebagai berikut.

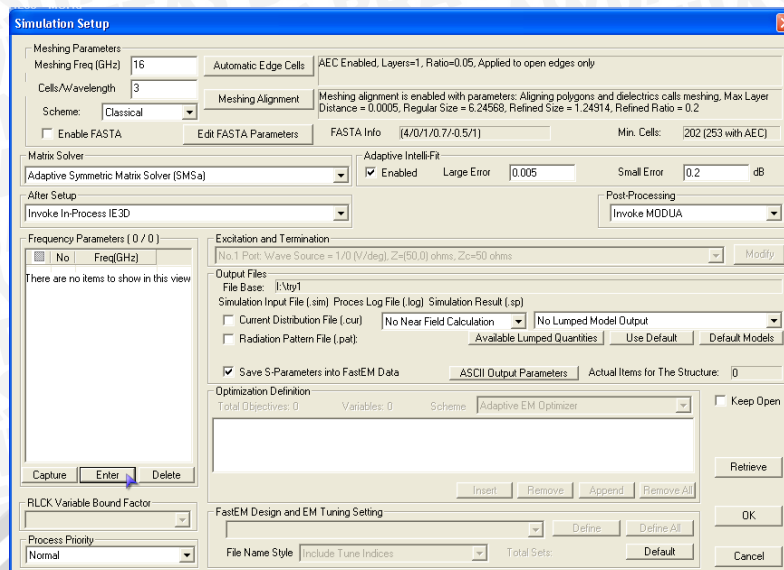


Gambar 32 Pilih Jenis Port

15. Kita pilih Advance Extension dengan Min Extension 50 dan Max Extension 300 karena sesuai dengan impedansi saluran minimum dan maximum. Selanjutnya kita klik "OK" dan kita drag pada daerah rataan maka port akan terpasang. Selanjutnya pilih "Exit Port".

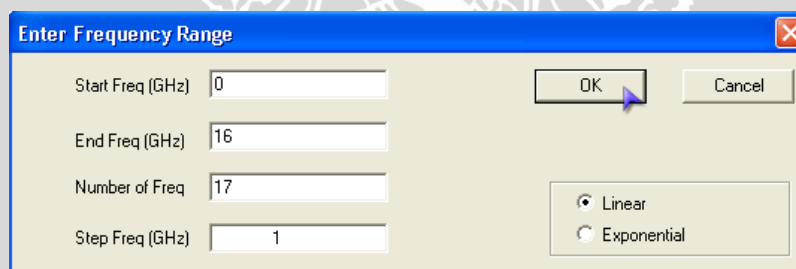
16. Langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi, yaitu klik tab menu "Process" dan pilih "Simulate"





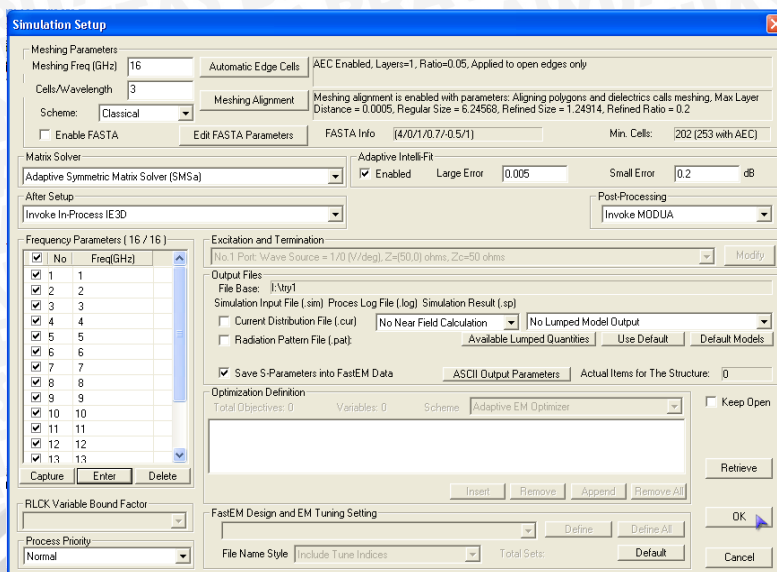
Gambar 33 Setup Simulasi

17. Kemudian menentukan frekuensi yang akan disimulasikan dengan klik "Enter" pada Frequency Parameter.



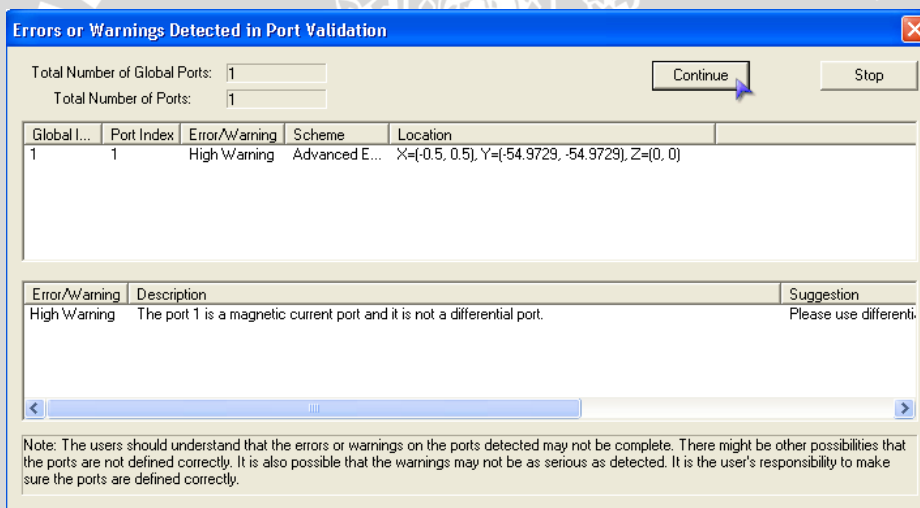
Gambar 34 Set Range Frekuensi

18. Frekuensi Start 0 GHz, End 16 GHz dengan step Frequency 1 GHz maka banyaknya frequency yang disimulasikan adalah 17.

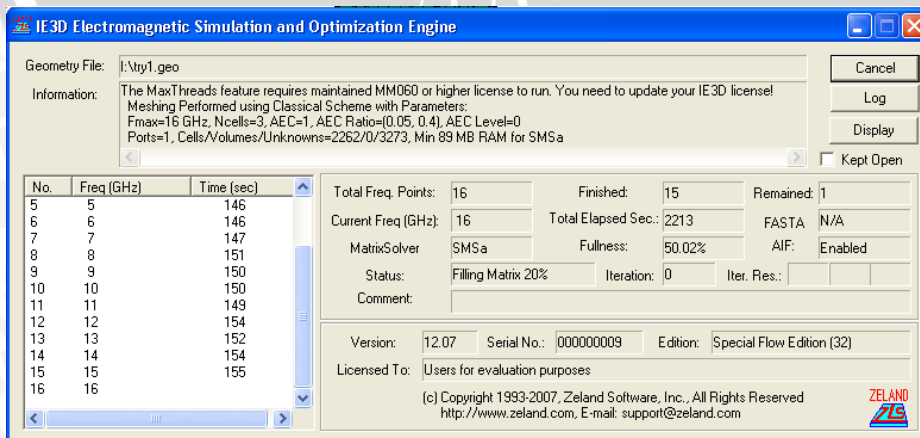


Gambar 35 Setup Simulasi

19. Pilih semua frequency lalu mulai simulasi.
20. Simulasi berjalan seperti langkah dibawah ini.



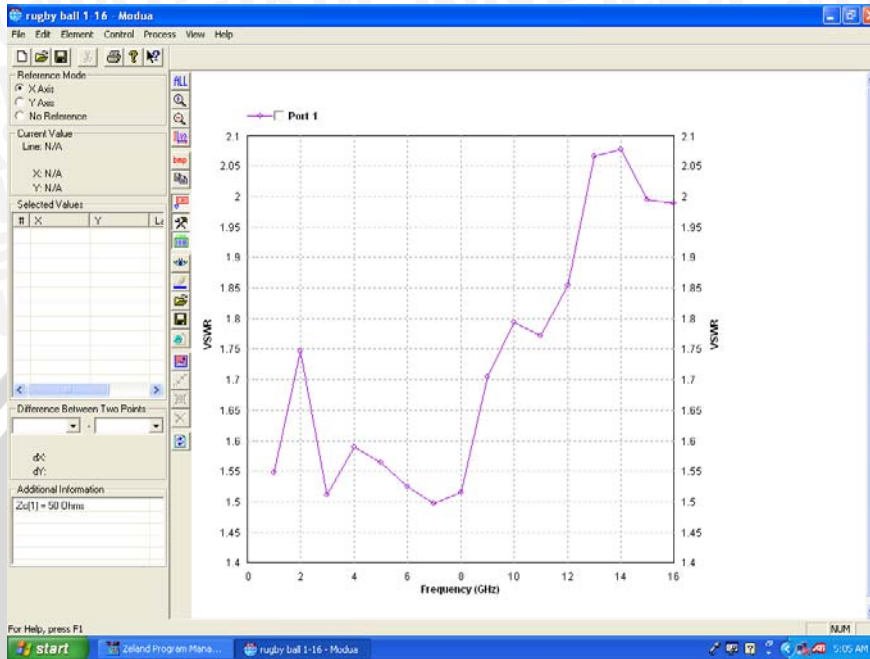
Gambar 36 Pengecekan Sebelum Simulasi



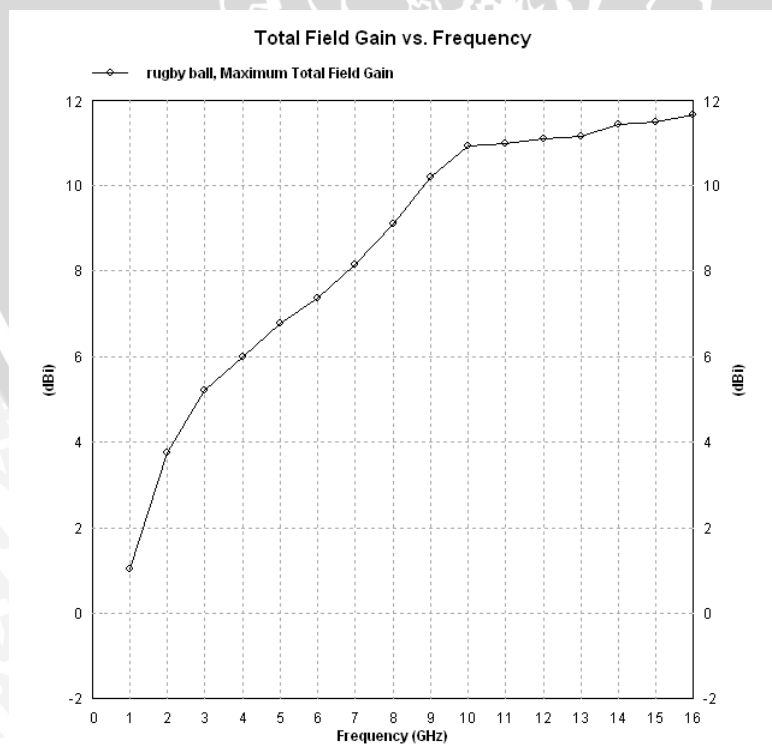
Gambar 37 Proses Simulasi

21. Dari simulasi tersebut kita dapatkan grafik dan data Return Loss, VSWR, Gain, Impedansi, Bandwidth, Pola Radiasinya dan Directivity-nya.

Contoh Nilai hasil simulasinya adalah sebagai berikut:



Grafik 1. Hasil simulasi *VSWR* pada frekuensi 0 – 16 GHz
sumber : Simulasi



Grafik 2. Hasil simulasi Gain vs Frequency pada frekuensi 0 – 16 GHz
sumber : Simulasi