

**MULASI PERBANDINGAN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR PATCH* DAN  
*CIRCULAR PATCH* UNTUK APLIKASI GPS**



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2015**

**SIMULASI PERBANDINGAN ANTENA MIKROSTRIP  
RECTANGULAR PATCH DAN CIRCULAR PATCH UNTUK  
APLIKASI GPS**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Makassar



**Disusun dan Diajukan Oleh**

**MUSYAWIR**

**105820065010**

**NASARUDDIN**

**105820048110**

**PADA**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**MAKASSAR**

**2015**



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip Rectangular Patch dan Circular Patch Untuk Aplikasi GPS**

Nama : Nasaruddin  
Musyawir

Stambuk : 105 82 00481 10  
105 82 00650 10

Makassar, 18 Maret 2015

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.

Rahmania, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Umar Katu, ST., MT.

NBM : 990 410



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama Nasaruddin dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 00481 10 dan Musyawir dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 00650 10, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 332/05/A.5-II/II/36/2015, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu 28 Februari 2015

Makassar, 27 Jumadil Awal 1436 H  
18 Maret 2015 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Irwan Akib, M.Pd.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Indra Jaya Mansur, MT.

b. Sekertaris : Adriani, ST., MT.

3. Anggota : 1. Rizal A Duyo, ST., MT.

2. Umar Katu, ST., MT.

3. Anugrah, ST., MM.

Mengetahui :

Pembimbing I

**Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng.**

Pembimbing II

**Rahmania, ST., MT.**



Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

**Umar Katu, ST., MT.**

NBM : 990 410

## SIMULASI PERBANDINGAN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR PATCH* DAN *CIRCULAR PATCH* UNTUK APLIKASI GPS

### ABSTRAK

Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip *Rectagular Pacth* dan *Circular Pacth* Untuk Aplikasi GPS. Skripsi. Jurusan Teknik Eelektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, ( Dibimbing oleh **Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng dan Rahmania ST., MT.**

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua jenis antena mikrostrip yaitu antena mikrostrip bentuk persegi (*rectangular patch*) dan antena mikrostrip bentuk lingkaran (*circuler patch*) untuk aplikasi GPS (*Global Positioning Sistem*). Pada penelitian ini dilakukan perancangan antena microstrip antena dengan menggunakan software Ansoft hfss v13 ( *High Frequency Structure Simulator* ) pada frekuensi 1,57542 ghz untuk aplikasi GPS.

Dari hasil simulasi antena mikrostrip didapatkan parameter-parameter antena VSWR antena rectagular patch sebesar 2,2527 pada frekuensi 1,57542 GHz dB dan S11 sebesar -8,2878 dB pada frekuensi 1,57542 GHz, sedangkan untuk antena circular patch VSWR sebesar 2,2417 dB pada frekuensi 1,57542 GHz dan S11 sebesar -8,3361 dB pada frekuensi 1,57542 GHz

Kata kunci : Antena Mikrostrip, GPS, HFSS.

### ABSTRACT

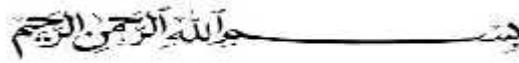
*Comparison simulation Microstrip Antenna Rectagular Circular patches and patches For GPS applications. Essay. Eelektro Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Makassar, ( Supervised by **Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng and Rahmania ST., MT.** )*

*This study aimed to compare the two types of microstrip antennas are microstrip antennas square shape (rectangular patch) and a circular shape microstrip antenna (circuler patch) for the application of GPS (Global Positioning System). In this research, the design of microstrip antenna antenna using Ansoft software hfss v13 (High Frequency Structure Simulator) at a frequency of 1.57542 GHz for GPS applications.*

*From the simulation results obtained microstrip antenna parameters rectagular antenna VSWR antenna patches of 2.2527 at 1.57542 GHz frequency dB and S11 of -8.2878 dB at a frequency of 1.57542 GHz, while for antenna VSWR circular patches of 2.2417 dB at a frequency of 1.57542 GHz and S11 of -8.3361 dB at a frequency of 1.57542 GHz.*

*Keywords: Microstrip antenna, GPS, HFSS.*

## KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, karena atas segala rahmat kasih dan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ **Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip Regtagular Pacth Dan Circular Pacth Untuk Aplikasi GPS** ”

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Hamzah Al Imran ST, MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Umar Katu ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak DR. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, selaku Pembimbing I dan Rahmania ST. MT selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.

4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan membimbing penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan ibu yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih atas sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan.
6. Saudara –saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2010 yang keakraban dan persaudaran banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan segala kemampuan yang ada serta mengingat terbatasnya Pengalaman dan pengetahuan, kami sepenuhnya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dalam pengungkapan, pokok pikiran, tata bahasa maupun kelengkapan bahasanya. Semoga dengan hasil penelitian kami dalam skripsi ini dapat berguna bagi yang membutuhkan

Makassar, februari 2015

penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar.....	iv
Abstrak.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar istilah.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan masalah.....	3
E. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. <i>Global Positioning System</i> .....	5
B. Pengertian Antena.....	7
a. Antena Microstrip.....	7
b. Jenis- jenis antena.....	8
c. Antena Mikrostrip Patch Circular.....	9
d. Antena Mikrostrip Patch Empat Persegi Panjang.....	11

C. Model Cavity.....	14
D. Parameter Umum Antena <i>Microstrip</i> .....	16
a. Dimensi Antena.....	16
b. Pola Radiasi.....	18
c. VSWR ( Voltage Standing Wave Ratio ).....	19
d. Return Loss.....	20
e. Gain.....	20
f. Keterarahan ( <i>Directivity</i> ).....	21
g. <i>Bandwidth</i> .....	22
h. Polarisasi.....	23
E. Teknik Pencatuan.....	26
F. Lebar Pencantu (Feed Point).....	27
G. Distribusi arus listrik antena mikrostrip.....	27
H. HFSS (Soft High Frequency Structure Simulator).....	28
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>32</b>
A. Waktu dan Tempat penelitian.....	32
B. Data Penelitian.....	32
C. Teknik Penelitian.....	32
D. Diagram Alur Penelitian.....	33
E. Perancangan Antena.....	35
a. Umum.....	35
b. Jenis Substrat yang Digunakan.....	35

c. Mendesain Model Antena Mikrostrip Patch Rectangular dan Circular Patch.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA.....</b>	<b>50</b>
A. Hasil Perancangan.....	50
a. Spesifikasi Antena.....	50
b. Perhitungan Dimensi Antena.....	50
B. Analisa.....	56
a. Antena Mikrostrip bentuk Persegi panjang.....	56
b. Antena Mikrostrip bentuk Lingkaran.....	58
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>61</b>
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Substrate</i> yang digunakan .....	36
Tabel 3.2 Data Substrate .....	38
Tabel 3.3 Data Patch .....	39
Tabel 3.4 Data Feed Line .....	41
Tabel 3.5 Data Ground .....	43
Tabel 3.6 Data Boundary .....	44
Tabel 4.1 Spesifikasi Antena .....	50
Tabel 4.2 Perbandingan Antena .....	59



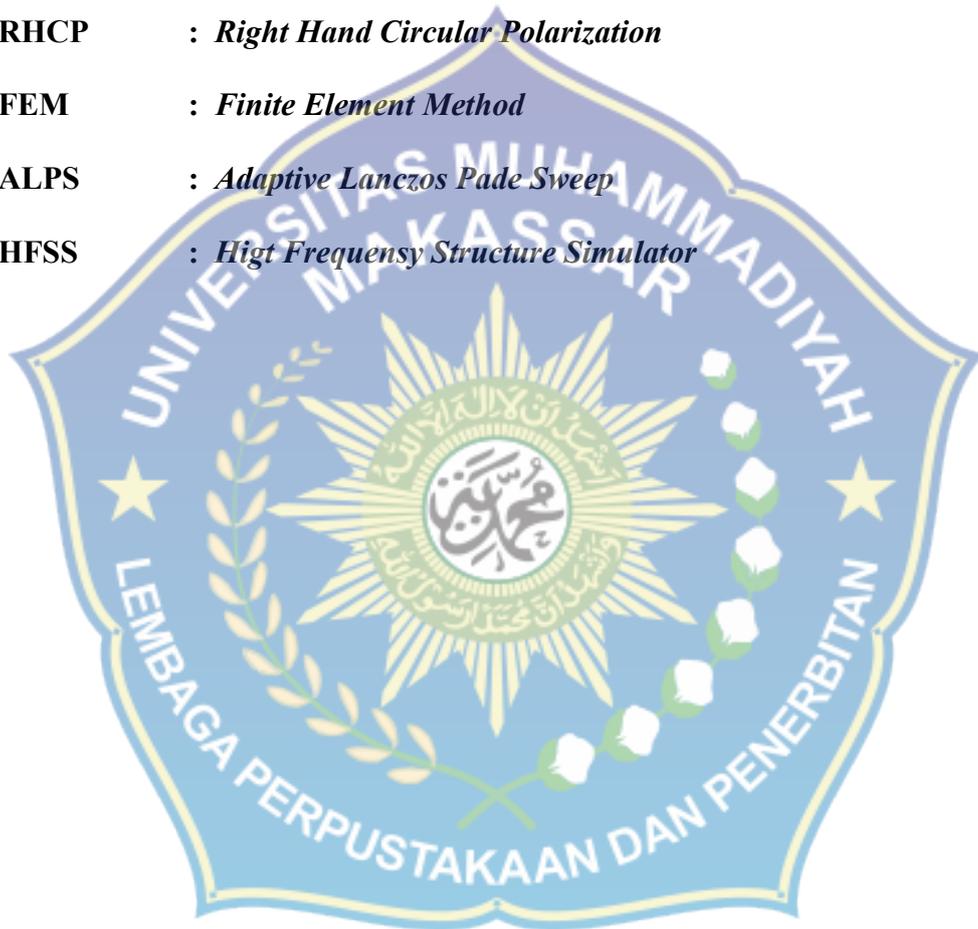
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konfigurasi Satelit GPS .....	6
Gambar 2.2	Struktur Antena <i>Microstrip</i> .....	8
Gambar 2.3	Jenis – jenis Antena <i>Microstrip</i> .....	8
Gambar 2.4	Antena mikrostrip <i>patch circular</i> .....	10
Gambar 2.5	<i>Frigging Field</i> .....	12
Gambar 2.6	Antena mikrostrip dengan <i>patch Rectangular</i> .....	12
Gambar 2.7	Distribusi Muatan Dan Densitas Arus Yang Terbentuk Pada <i>Patch Microstrip</i> .....	15
Gambar 2.8	Rentang Frekuensi Yang Menjadi <i>Bandwidth</i> .....	22
Gambar 2.9	Polarisasi linier .....	24
Gambar 2.10	Polarisasi Melingkar .....	25
Gambar 2.11	Polarisasi <i>Ellips</i> .....	26
Gambar 2.12	hasil simulasi arus listrik antena mikrostrip .....	27
Gambar 2.13	Tampilan awal Ansoft HFSS v13.0 .....	29
Gambar 2.14	Proses pencarian solusi HFSS 13.0 .....	30
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian .....	34
Gambar 3.2	Tampilan Awal HFSS .....	36
Gambar 3.3	menu save as .....	37
Gambar 3.4	perancangan supstrate .....	37
Gambar 3.5	pengisian koordinat untuk letak dan besar substrate .....	38
Gambar 3.6	perancangan patch .....	39
Gambar 3.7	pengisian koordinat untuk letak dan besar patch .....	39

Gambar 3.8 perancangan feed line.....	40
Gambar 3.9 pengisian koordinat untuk letak dan besar patch .....	40
Gambar 3.10 proses menyatukan antara patch dan feed line .....	41
Gambar 3.11 perancangan ground .....	42
Gambar 3.12 pengisian koordinat untuk letak dan besar ground.....	42
Gambar 3.13 perancangan boundary.....	43
Gambar 3.14 pengisian koordinat untuk letak dan besar boundary .....	44
Gambar 3.15 perancangan assign excitation.....	45
Gambar 3.16 pengisian koordinat untuk letak dan besar assign excitation ...	45
Gambar 3.17 pengisian data analysis setup.....	46
Gambar 3.18 setup 1 .....	47
Gambar 3.19 pengisian data add frekuensi sweep .....	47
Gambar 3.20 model antenna yang di hasilkan .....	48
Gambar 3.21 model antenna yang telah di validasi .....	48
Gambar 3.22 cara memproses antenna untuk mendapatkan hasil perancangan .....	49
Gambar 4.1 Hasil rancangan <i>rectangular patch antenna</i> 1575,42 MHz .....	55
Gambar 4.2 Hasil rancangan <i>circular patch antenna</i> 1575,42 MHz .....	56
Gambar 4.3 <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> (VSWR) antenna rectangular patch .....	56
Gambar 4.4 <i>Scattering</i> parameter (S11) antenna <i>rectangular patch</i> .....	57
Gambar 4.5 <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> (VSWR) antenna <i>circular patch</i> ..	57
Gambar 4.6 <i>Scattering parameter</i> (S11) antenna <i>circular patch</i> .....	58

**DAFTAR ISTILAH**

<b>GPS</b>	<b>: <i>Global Positining System</i></b>
<b>VSWR</b>	<b>: <i>Voltage Standing Wave Ratio</i></b>
<b>LHCP</b>	<b>: <i>Left Hand Circular Polarization</i></b>
<b>RHCP</b>	<b>: <i>Right Hand Circular Polarization</i></b>
<b>FEM</b>	<b>: <i>Finite Element Method</i></b>
<b>ALPS</b>	<b>: <i>Adaptive Lanczos Pade Sweep</i></b>
<b>HFSS</b>	<b>: <i>Higt Frequency Structure Simulator</i></b>



## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Hasil Perancangan Antena Mikrostrip Rectagular pacth dan Circular pacth



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari 17.000 pulau yang terbentang dari Sabang sampai Merauke mengharuskan Indonesia untuk menggunakan satelit bagi keperluan komunikasi dan pemanfaatan antariksa bagi kesinambungan pembangunan nasional dan kemajuan bangsa. Kebutuhan untuk mengetahui posisi keberadaan seseorang di muka bumi, menentukan arah dan jarak yang harus ditempuh untuk menuju suatu tempat, mengetahui letak suatu wilayah. Hal-hal seperti ini akan memakan waktu serta biaya yang banyak. Oleh karena itu, dibuatlah suatu alat dengan teknologi mutakhir yang mampu memenuhi semua kebutuhan manusia akan arah dan wilayah, yang disebut dengan teknologi GPS (*Global Positioning System*).

*Global Positioning System* (GPS) adalah suatu sistem navigasi yang memanfaatkan satelit. Penerima GPS memperoleh sinyal dari beberapa satelit yang mengorbit bumi. Satelit yang mengitari bumi pada orbit pendek ini terdiri dari 24 susunan satelit, dengan 21 satelit aktif dan 3 buah satelit sebagai cadangan. Dengan susunan orbit tertentu, maka satelit GPS bisa diterima di seluruh permukaan bumi dengan penampakan antara 4 sampai 8 buah satelit. Seiring dengan berkembangnya teknologi, maka diciptakanlah antena mikrostrip untuk kebutuhan komunikasi satelit ini. Pemanfaatan teknologi mikrostrip sangat mendukung untuk pengembangan antena pada aplikasi GPS penerima, karena efisiensi dari dimensi antena mikrostrip. Antena ini memiliki massa ringan,

ukurannya kecil, biaya produksinya lebih murah dan mampu memberikan unjuk kerja yang cukup baik.

Antena mikrostrip secara umum terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah. Substrat sendiri merupakan material antara *patch* dan *ground plane*.

Pada tugas akhir ini, penulis bermaksud untuk membandingkan dua jenis antena mikrostrip yaitu antena mikrostrip bentuk persegi (*rectangular patch*) dan antena mikrostrip bentuk lingkaran (*circuler patch*) untuk aplikasi GPS (*Global Positioning Sistem*) dengan menggunakan *software* HFSS (*High Frequency Structure Simulator*).

Berdasarkan alasan dan pertimbangan tersebut maka penulis mengangkat judul “Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* dan *Circular Patch* untuk Aplikasi GPS”.

#### B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan sebagai fokus studi dalam penelitian terkait simulasi antena *microstrip* ini akan mencakup beberapa hal yaitu :

1. Mendesain Antena *Microstrip* yang optimal dan cocok untuk aplikasi GPS (*Global Positioning Sistem*) yang sesuai dengan parameter dan karakteristik yang diinginkan dengan menggunakan *software* Ansoft *High Frequency Structure Simulator* ( HFSS )
2. Menganalisa dan mengevaluasi parameter *S11* dan *VSWR* dari hasil simulasi Antena Mikrostrip yang bekerja di frekuensi 1575,42 MHz.

### C. Tujuan Penulisan

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi dua buah Antena Mikrostrip untuk aplikasi GPS (*Global positioning Sistem*) yang beroperasi pada frekuensi 1,57542 GHz serta membandingkan parameter-parameter kedua antena tersebut yaitu *rectangular patch antenna* dan *circular patch antenna*.

### D. Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan-perumusan masalah dan tujuan penelitian di dalam tahap simulasi antena ini, dan untuk menentukan arah studi terkait, maka akan dibatasi sejumlah hal dalam penelitian ini yakni diantaranya :

1. simulasi Antena *Microstrip* bentuk *rectanguler* dan *microstrip* bentuk *circuler* yang sesuai dengan parameter dan karakteristik yang bekerja di frekuensi 1575,42 MHz dengan menggunakan *software Ansoft High Frequency Structure Simulator* ( HFSS ).
2. Parameter yang dianalisa dan dievaluasi yaitu S11 dan VSWR kedua antena tersebut.

### E. Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan menggunakan sistematika sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Merupakan bab yang membahas tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Merupakan bab yang membahas teori, fungsi, struktur dan bagian-bagian mengenai antena untuk aplikasi generasi lanjut sistem komunikasi nirkabel.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Merupakan bab yang membahas tentang metode-metode yang digunakan dalam perancangan Antena *Microstrip bentuk rectangular dan mikrostrip bentuk circular* untuk aplikasi generasi lanjut sistem komunikasi nirkabel.

## **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi tentang hasil dan analisa dari simulasi perbandingan antena mikrostrip rectangular pacth dan antena mikrostrip circular pacth untuk aplikasi GPS

## **BAB V PENUTUP**

Merupakan bab yang membahas tentang kesimpulan dari uraian keseluruhan isi bab dan saran-saran yang perlu dikemukakan.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Global Positioning System

GPS (*Global Positioning System*) adalah suatu sistem satelit navigasi yang didesain untuk memberikan posisi suatu objek. Informasi yang diperoleh dari GPS berupa posisi geografis yang ditampilkan dalam bentuk Lintang dan Bujur. Dibandingkan dengan sistem dan metode penentuan posisi lainnya, GPS mempunyai banyak keuntungan, baik dari segi operasionalnya maupun kualitas posisi yang diberikan. Saat ini sistem GPS sudah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi di seluruh dunia termasuk di Indonesia, tetapi hanya terbatas untuk *monitoring* posisi objek yang diam atau bergerak di darat, laut dan udara.

Dengan adanya perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi yang semakin meningkat, membuat semua orang untuk selalu mengikuti perkembangan zaman. Banyak perusahaan-perusahaan maju seperti misalnya perusahaan produk multimedia mobil yang selalu bersaing meluncurkan produk-produk baru untuk dapat memenuhi keinginan konsumen saat ini. Salah satu produk multimedia mobil tersebut adalah Alat Navigasi GPS (*Global Positioning System*) atau peta digital yang merupakan sebuah perangkat penerima sinyal penentu posisi yang canggih yang dipasang dalam mobil. Produk tersebut mulai dikembangkan oleh perusahaan produk multimedia mobil dikarenakan banyaknya fenomena yang terkadang sering terjadi di Masyarakat, khususnya pengendara mobil kecuali taksi dan bus, yang tidak tahu posisi mereka dimana saat berada ditempat yang asing

dan tidak dikenal. Sehingga mereka seringkali tersesat di jalan, tidak tahu arah untuk kembali pulang dan menjadi bingung, cemas dan panik. Dengan adanya peta digital atau alat navigasi GPS tersebut didalam mobil, seorang pengemudi mobil tidak perlu takut tersesat di jalan karena alat ini akan membantu seseorang mencari alamat klien, teman atau siapapun.

Teknologi ini dikembangkan oleh Amerika pada tahun 1970an melalui NAVSTAR GPS (*Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System*) yang menyediakan informasi navigasi. Pada konfigurasi NAVSTAR GPS terdiri dari 21 satelit pada 6 bidang orbit yang berada pada ketinggian 20.200 km (10.898 mil) diatas permukaan bumi. Bidang orbitnya memiliki jarak pisah  $60^{\circ}$  dan kemiringan  $55^{\circ}$  terhadap bidang ekuator. Setiap satelit menyelesaikan satu kali putaran dalam 12 jam. GPS beroperasi pada frekuensi L1 1575,42 MHz untuk sipil dan L2 1227.6 MHz untuk militer. Konfigurasi satelit GPS ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Konfigurasi Satelit GPS

## B. Pengertian Antena

Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara, dan sebaliknya. Pada sistem komunikasi radio diperlukan adanya antena sebagai pelepas energi elektromagnetik ke udara atau ruang bebas, atau sebaliknya sebagai penerima energi itu dari ruang bebas.

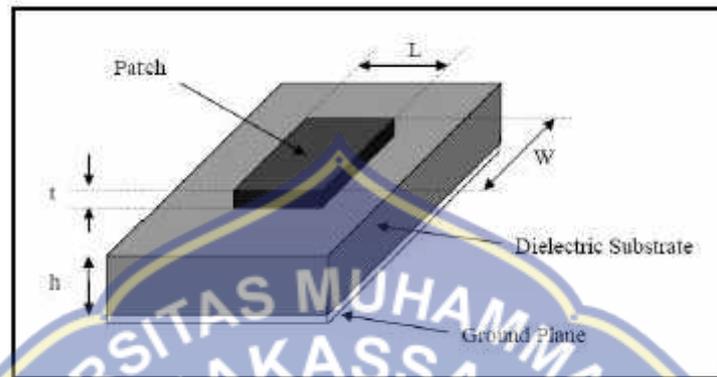
Dapat juga dikatakan antena merupakan struktur transisi antara ruang bebas dengan alat pembimbing atau saluran transmisi dapat berupa saluran koaxial ataupun pipa dan digunakan sebagai alat transportasi energi elektromagnetik dari sumber transmisi ke antena atau dari antena ke penerima.

Dalam fungsinya sebagai pemancar dan penerima energi, sebuah antena pada sistem *wireless* harus dapat melakukan optimasi energi radiasi pada beberapa arah. Antena juga harus dapat berperan sebagai alat direksional. Antena dapat berbentuk kabel yang berkonduksi, sebuah *aperture*, berupa *patch*, gabungan dari beberapa elemen sebuah reflector dan lensa.

### a. Antena *Microstrip*

Antena *microstrip* adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik seperti tampak pada Gambar 2.2. Antena *microstrip* merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukuran-nya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, antena *microstrip* sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat di-integrasikan

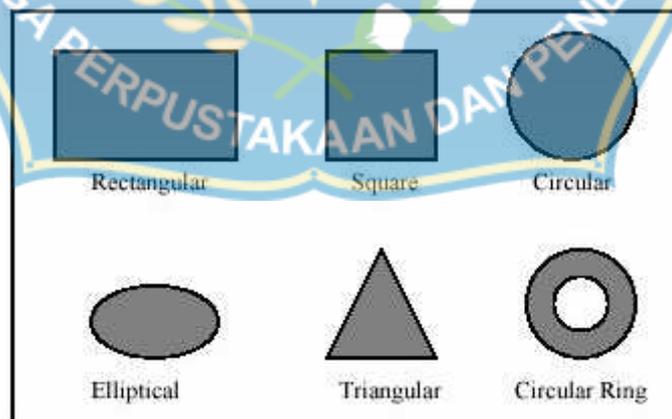
dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena *microstrip* juga memiliki beberapa kekurangan yaitu: *bandwidth* yang sempit, *gain* dan *directivity* yang kecil, serta efisiensi rendah.



Gambar 2.2 Struktur Antena *Microstrip*

Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi yang pada umumnya digunakan berbentuk empat persegi panjang dan lingkaran karena bisa lebih mudah dianalisis.

**b. Jenis-Jenis Antena *Microstrip***



Gambar 2.3 Jenis – jenis Antena *Microstrip*

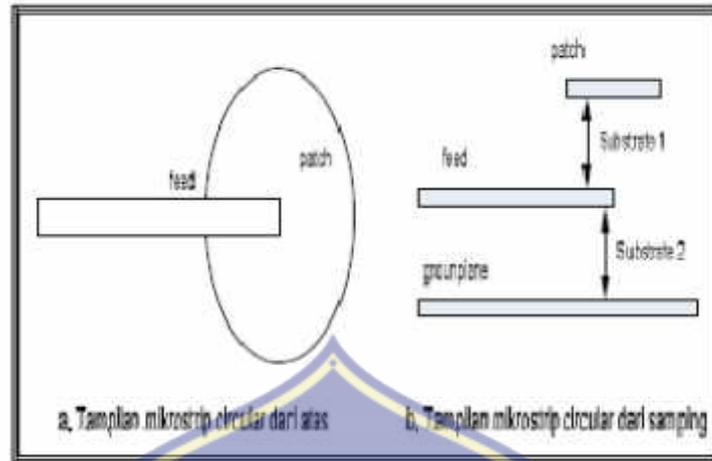
Antena *microstrip* adalah salah satu jenis antena *wireless* yang paling populer digunakan saat ini. Ada beberapa alasan kenapa antena *microstrip* sangat terkenal:

- a) Sangat mudah difabrikasi.
- b) Selaras dengan permukaan nonplanar.
- c) Sangat murah karena hanya dengan menggunakan papan cetak sirkuit.
- d) Fleksibel sehingga menghasilkan berbagai macam pola dan polarisasi yang berbeda.
- e) Strukturnya sangat kuat.

**c. Antena Mikrostrip *Patch Circular***

Antena mikrostrip dengan *patch circular* memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip *patch* segiempat. Pada aplikasi tertentu, seperti *array*, *patch circular* ini akan menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan *patch* yang lainnya. Antena mikrostrip dengan *patch circular* ini akan lebih mudah dimodifikasi untuk menghasilkan jarak nilai impedansi, pola radiasi, dan frekuensi kerja.

Untuk menganalisis antena mikrostrip *patch circular* ini banyak metode yang diinginkan, termasuk diantaranya dengan menggunakan model rongga (*cavity model*). Konstruksi antena mikrostrip *patch circular* ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Antena mikrostrip *patch circular*

Di dalam merancang antena mikrostrip *patch circular* ada pertimbangan yang harus di perhatikan, yaitu pertimbangan memilih substrat untuk antena mikrostrip *patch circular* sama seperti antena mikrostrip *patch* persegi panjang, caranya adalah dimulai dengan memilih bahan dielektrik yang cocok dengan menyesuaikan tingkat ketebalan  $h$  dan rugi-rugi garis singgung. Semakin tebal substrat, di samping secara mekanik akan lebih kuat, akan meningkatkan daya radiasi, mengurangi rugi-rugi konduktor, dan memperbaiki impedansi *bandwidth*.

Bagaimanapun hal ini juga akan meningkatkan berat, rugi-rugi dielektrik, rugi-rugi gelombang permukaan, dan radiasi yang tidak berhubungan dari penyulang pemeriksa. Konstanta substrat dielektrik  $\epsilon_r$  memiliki fungsi yang sama seperti ketebalan substrat. Nilai  $\epsilon_r$  yang rendah akan meningkatkan daerah pinggir dari keliling *patch*, sehingga akan meradiasikan daya. Oleh karena itu substrat dengan nilai  $\epsilon_r \leq 4.4$  lebih baik kecuali jika diinginkan ukuran *patch* yang lebih kecil. Meningkatnya ketebalan substrat akan memiliki dampak yang sama ketika menurunnya nilai  $\epsilon_r$  dari karakteristik antena. Rugi-rugi garis singgung yang

tinggi akan meningkatkan rugi-rugi dielektrik dan oleh karena itu hal ini akan menurunkan efisiensi antena.

Jadi substrat yang digunakan haruslah memiliki konstanta dielektrik yang rendah. Hal ini bertujuan agar diperoleh efisiensi radiasi yang lebih tinggi. Selain itu substrat yang semakin tebal akan meningkatkan impedansi *bandwidth*. Hubungan *patch* dengan jari-jari ditentukan oleh kondisi resonansi seperti pada persamaan 2.1:

Untuk mencari nilai jari-jari *patch* ( $a$ ) digunakan

$$a = \frac{r}{\left\{ \left( 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \right) \left[ \ln \left( \frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{0,5}} \quad (2.1)$$

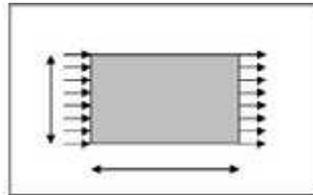
dengan

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{F_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.2)$$

#### d. Antena Mikrostrip Patch Empat Persegi Panjang

Ketika gelombang datang dari saluran pencatu menemui perubahan kasar (*discontinue*) pada sisi input konduktor antena mikrostrip, medan listriknya akan menyebar ke udara bebas juga pada sisi berikutnya setelah melewati *patch* atau konduktor yang dianggap sebagai saluran transmisi. Apabila panjang antena 14 mikrostrip sebesar setengah panjang gelombang pada bahan, diasumsikan medan listrik pada sisi input sepanjang  $W$  positif mengarah dari *ground-plane* ke konduktor, maka pada sisi ujung yang lain medan listrik akan mengarah sebaliknya, yaitu dari konduktor ke *ground plane*. Sehingga kedua komponen vertikal dari kedua medan listrik akan saling menghilangkan, sedangkan

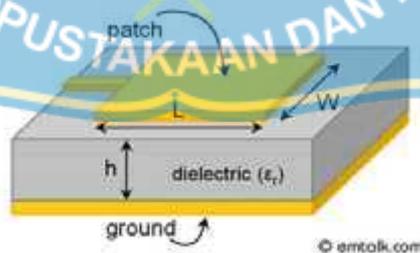
komponen horizontal akan berubah secara kontinyu setelah melewati konduktor sepanjang  $L$  dan ini akan dirasakan sebagai radiasi di medan jauh.



Gambar 2.5 *Fringing Field*

Medan listrik yang menyebar dari kedua sisi antena mikrostrip ke udara bebas disebut sebagai medan limpahan (*fringing field*).

Salah satu yang paling mudah dan paling banyak digunakan dalam perancangan *patch* antena *microstrip* adalah bentuk *rectangular patch*. Karena ketebalan substrat jauh lebih tipis daripada panjang gelombang, maka *rectangular patch* dianggap sebagai bidang planar dua dimensi untuk lebih memudahkan dalam analisa.



Gambar 2.6 Antena mikrostrip dengan *patch Rectangular*

Nilai  $W$  dari pada nilai dari panjang gelombang tetapi untuk *patch rectangular* nilai  $W$  bisa diperbesar untuk menanggulangi radiasi dari tepi *patch*.

Sedangkan nilai dari panjang antenna ( $L$ ) harus  $< \lambda/2$ . Antena mikrostrip dengan *patch rectangular* merupakan jenis antenna yang umum digunakan karena konfigurasinya yang sederhana.

Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode pemodelan saluran transmisi (*transmission lines*) dalam perhitungan analisis matematisnya. Beberapa parameter yang harus diketahui dalam perhitungan matematis antenna mikrostrip rektanguler adalah konstanta dielektrik dari substrat ( $\epsilon_r$ ), frekuensi resonansi ( $f_r$ ), dan tebal dari substrat ( $h$ ). Perancangan antenna mikrostrip persegi dilakukan secara bertahap, yaitu:

1. Nilai dari panjang gelombang bahan  $\lambda_g$  dapat ditentukan dari persamaan:

$$\lambda_g = \frac{c}{f_r \cdot \epsilon_{reff}} \dots \dots \dots (2.3)$$

2. Berdasarkan Formula *Bahl* maka didapat formula untuk lebar *patch* ( $W$ )

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots \dots \dots (2.4)$$

3.  $\epsilon_{reff}$  adalah konstanta dielektrik efektif *patch*. Nilai  $\epsilon_{reff}$  diperoleh dari formula:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{1 + 12h/w} \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

4. Sedangkan untuk mencari panjang *patch*  $L$  dapat digunakan formula berikut:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left( \frac{w}{h} - 1,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left( \frac{w}{h} + 0,8 \right)} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

$v_0$  adalah nilai kecepatan cahaya di hampa udara,  $v_0 = 3 \times 10^8$

$f_r$  adalah frekuensi resonansi

$\epsilon_0$  adalah konstanta dielektrik udara

$\mu_0$  adalah permeabilitas udara

### C. Model *Cavity*

Untuk menganalisis sebuah antena *microstrip*, maka diperlukan sebuah pemodelan yang dapat menggambarkan kondisi antena ke dalam sebuah kondisi persamaan yang dapat dianalisis secara kuat. Berbagai pemodelan untuk antena *microstrip* tersebut telah banyak dikemukakan dan satu diantaranya yang populer adalah model *cavity*.

Pada model *cavity*, daerah interior yaitu ruang antara *patch* dan *ground plane* diasumsikan sebagai sebuah ruang (*cavity*) yang dilingkari oleh suatu dinding magnetik sepanjang tepinya, dan diapit oleh dinding elektrik dari atas dan bawah. Model *cavity* dari sebuah antena *microstrip* diperlihatkan pada Gambar 2.3. Beberapa asumsi model *cavity* berdasarkan observasi dari substrat tipis ( $h \ll \lambda_0$ ):

- a. Medan di daerah interior tidak bervariasi dengan  $z$  ( $\partial/\partial z \equiv 0$ ) karena substrat sangat tipis ( $h \ll \lambda_0$ ).
- b. Medan elektrik hanya muncul dalam arah  $z$ ,  $E_z$  saja, dan medan magnetis hanya ada komponen transversnya saja ( $H_x$ , dan  $H_y$ ) di daerah yang dibatasi oleh *patch* dan *ground plane*. Observasi ini juga memperhatikan dinding elektrik atas bawah.

c. *Patch* arus listrik tidak mempunyai komponen normal pada ujung metal, yang termasuk komponen tangensial dari  $\vec{H}$ ,  $\vec{H}$  sepanjang sisi diabaikan, Model *cavity* ini menggunakan persamaan Maxwell. Adapun persamaan Maxwell untuk daerah dibawah *patch* adalah sebagai berikut:

$$\nabla \times E = -j\omega\mu_0 H \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\nabla \times H = j\omega\epsilon E + J \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\nabla \cdot E = \rho/\epsilon \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\nabla \cdot H = 0 \dots\dots\dots (2.11)$$



Gambar 2.7 Distribusi Muatan Dan Densitas Arus Yang Terbentuk Pada *Patch Microstrip*

Ketika suatu *patch* diberikan daya, maka akan terjadi distribusi muatan seperti yang terlihat pada bagian atas dan bawah dari permukaan elemen peradiasi dan pada bagian *ground plane* (Gambar 2.7). Distribusi muatan ini diatur dengan dua mekanisme yaitu mekanisme atraktif dan mekanisme repulsif. Mekanisme atraktif terjadi antara dua muatan yang berlawanan yaitu pada bagian bawah *patch* dan bagian *ground plane* yang cenderung untuk mempertahankan

kosentrasi muatan pada bagian bawah *patch*. Mekanisme repulsif terjadi antara muatan yang terdapat pada bagian bawah *patch*. Hal tersebut akan menyebabkan beberapa muatan terdorong dari bagian bawah *patch* ke bagian atas dari *patch*. Pergerakan muatan ini akan menyebabkan arus mengalir pada bagian bawah dan atas dari *patch*. Kedua jenis mekanisme ini diperlihatkan pada Gambar 2.7 beserta dengan kerapatan arusnya ( $J$ ). Dapat diasumsikan bahwa besarnya arus yang mengalir ke atas permukaan *patch* adalah nol, sehingga tidak menyebabkan adanya medan magnet tangensial ke ujung *patch*. Hal ini menyebabkan keempat dinding samping menyerupai permukaan magnet konduksi yang sempurna sehingga tidak mengganggu medan magnetik menyebabkan distribusi medan elektrik tetap berada di bawah permukaan *patch*.

#### D. Parameter Umum Antena *Microstrip*

Untuk dapat melihat kerja dari antena *microstrip*, maka perlu diamati parameter – parameter pada *microstrip*. Beberapa parameter umum dijelaskan sebagai berikut.

##### a. Dimensi Antena

Untuk mencari dimensi antena *microstrip* ( $W$  dan  $L$ ), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik ( $h$ ), konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ), tebal konduktor ( $t$ ) dan rugi – rugi bahan. Panjang antena *microstrip* harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang *bandwidth* akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antena

*microstrip* ( $W$ ) impedansi input juga akan berubah. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena *microstrip* dapat menggunakan persamaan:

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$W$  : lebar konduktor

$\epsilon_r$  : konstanta dielektrik

$c$  : kecepatan cahaya di ruang bebas ( $3 \times 10^8$ )

$f_0$  : frekuensi kerja antena

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* ( $L$ ) diperlukan parameter yang merupakan pertambahan panjang dari  $\Delta L$  akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari  $L$  ( $\Delta L$ ) tersebut dirumuskan dengan :

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left( \frac{W}{h} - 1,2 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana  $h$  merupakan tinggi substrat atau tebal substrat, dan adalah konstanta dielektrik relatif yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/W}} \right) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan panjang *patch* ( $L$ ) dirumuskan oleh:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana  $L_{eff}$  merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dirumuskan dengan:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \dots \dots \dots (2.15)$$

## b. Pola Radiasi

Pola radiasi adalah representasi grafis sifat – sifat pemancaran antena sebagai fungsi dari koordinat ruang. Dengan menggunakan model slot peradiasi di atas, maka berlaku persamaan medan elektrik:

$$E = E_x \bar{x} \quad \text{untuk } |\bar{x}| \leq h/2 \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Ada dua jenis pola radiasi, yaitu:

### a) Mutlak

Pola radiasi mutlak ditampilkan dalam satuan – satuan mutlak kekuatan atau daya medan.

### b) Relatif

Pola radiasi relatif merujuk pada satuan – satuan relatif kekuatan atau daya medan. Kebanyakan ukuran pola radiasi relatif kepada antena *isotropic* dan metode transfer *gain* dipergunakan untuk menentukan *gain* mutlak antena.

Pola radiasi di daerah dekat antena tidaklah sama seperti pola radiasi pada jarak jauh. Istilah medan dekat merujuk pada pola medan yang berada dekat antena, sedangkan istilah medan jauh merujuk pada pola medan yang berada di jarak jauh. Medan jauh juga disebut sebagai medan radiasi, dan merupakan hal yang diinginkan. Biasanya, daya yang dipancarkan adalah yang kita inginkan, dan oleh karena itu pola antena biasanya diukur di daerah medan jauh. Untuk pengukuran pola sangatlah penting untuk memiliki jarak yang cukup besar untuk berada di medan jauh di luar medan dekat. Jarak dekat minimum yang

diperbolehkan bergantung pada dimensi antena berkaitan dengan panjang gelombang.

**c. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)**

Bila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan *transceiver* maka akan timbul daya refleksi (*reflected power*). pada saluran yang berinterferensi dengan daya maju (*forward power*). Interferensi ini menghasilkan gelombang berdiri (*standing wave*) yang besarnya bergantung pada besarnya daya refleksi. VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum dengan minimum. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan tersebut sebagai koefisien refleksi tegangan.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana  $Z_1$  adalah impedansi beban (*load*) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran *lossless*. Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang mempresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari ( $\Gamma$ ) adalah nol, maka:

$\Gamma = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.

$\Gamma = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan matched sempurna.

$\Gamma = +1$ : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah:

$$S = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \dots \dots \dots (2.17)$$

**d. Return Loss**

*Return loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan ( $V_0^-$ ) dibanding dengan gelombang yang dikirim ( $V_0^+$ ). *Return Loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} \approx \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2.18)$$

**e. Gain**

*Gain* adalah perbandingan antara rapat daya per satuan unit antenna terhadap rapat daya antenna referensi dalam arah dan daya masukan yang sama. *Gain* suatu antenna berlainan dengan *gain* kutub empat, gain diperhatikan daya masukan ke terminal antenna. *Gain* didapat dengan menggunakan persamaan:

$$G = \eta \times D \quad (2.19)$$

Ada dua jenis parameter penguatan (*Gain*) yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antenna didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antenna teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara tropik sama dengan daya yang diterima oleh antenna ( $P_{in}$ ) dibagi  $4\pi$ . *Absolute gain* ini dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{gain} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Selain *absolute gain* juga ada *relative gain*. *Relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antenna referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama di antara kedua antenna itu. Akan tetapi, antenna referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ( $P_{in}(\text{lossless})$ ). Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$\text{gain} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in \text{ lossless}}} \dots\dots\dots (2.21)$$

**f. Keterarahan (*Directivity*)**

Pengarahan (*directivity*) adalah sebagai perbandingan antara rapat daya maksimum pada berkas utama terhadap rapat daya rata – rata yang diradiasikan.

$$D = \frac{U_{MAX}}{U_0} \dots\dots\dots (2.22)$$

Intensitas radiasi rata – rata sama dengan jumlah daya yang diradiasikan oleh antenna dibagi dengan  $4\pi$ . Jika arah tidak ditentukan, arah intensitas radiasi maksimum merupakan arah yang dimaksud. *Directivity* ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

D = keterarahan (*Directivity*)

$D_0$  = keterarahan maksimum

U = intensitas radiasi

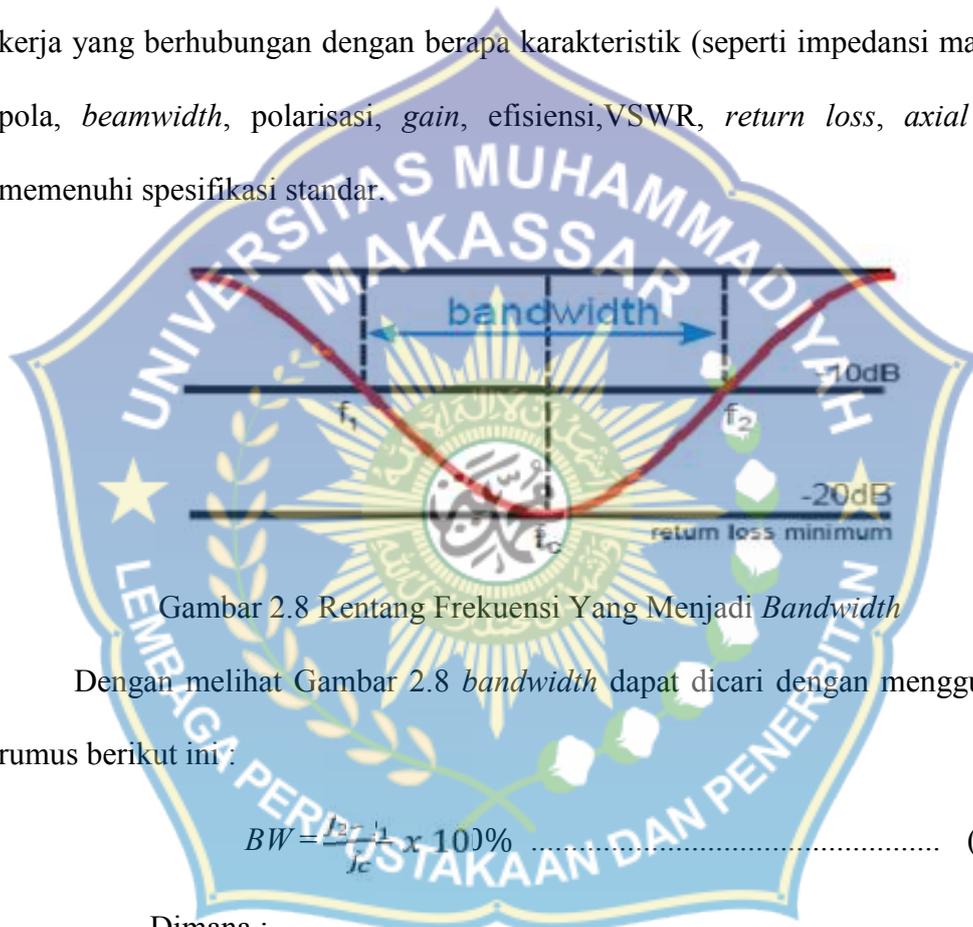
$U_{max}$  = intensitas radiasi maksimum

$U_0$  = intensitas radiasi pada sumber isotropik

$Prad$  = daya total radiasi

**g. Bandwidth**

*Bandwidth* suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kerja yang berhubungan dengan berapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar.



Gambar 2.8 Rentang Frekuensi Yang Menjadi *Bandwidth*

Dengan melihat Gambar 2.8 *bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (2.24)$$

Dimana :

$f_2$  = frekuensi tertinggi

$f_1$  = frekuensi terendah

$f_c$  = frekuensi tengah

Ada beberapa jenis *bandwidth* diantaranya:

a. *Impedance bandwidth*, yaitu rentang frekuensi di mana *patch* antena berada pada keadaan *matching* dengan saluran pencatu. hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai *matching* ini dapat dilihat dari *return loss* dan VSWR. Nilai *return loss* dan VSWR yang masih dianggap baik adalah kurang dari -9,54 dB dan 2, secara berurutan.

b. *Pattern bandwidth*, yaitu rentang frekuensi dimana *beamwidth*, *sidebole* atau *gain*, yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai *bandwidth* dapat dicari.

c. *Polarization* atau *axial ratio* adalah rentang frekuensi dimana polarisasi (linier atau melingkar) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah kurang dari 3 dB.

#### h. **Polarisasi**

Polarisasi antena adalah polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan oleh antena. Jika arah tidak ditentukan maka polarisasi merupakan polarisasi pada arah *gain* maksimum. Pada praktiknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda.

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu. Selain itu, polarisasi juga dapat didefinisikan sebagai gelombang yang diradiasikan dan diterima oleh antena

pada suatu arah tertentu. Polarisasi dapat diklasifikasikan sebagai *linear* (linier), *circular* (melingkar), atau *elliptical* (elips). Polarisasi linier (Gambar 2.9) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik di ruang memiliki vektor medan elektrik (magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu. Hal ini dapat terjadi jika vektor (elektrik maupun magnet) memenuhi :

- a. Hanya ada satu komponen
- b. 2 (dua) komponen yang saling tegak lurus secara linier yang berada pada perbedaan fasa waktu atau  $180^\circ$  atau kelipatannya.



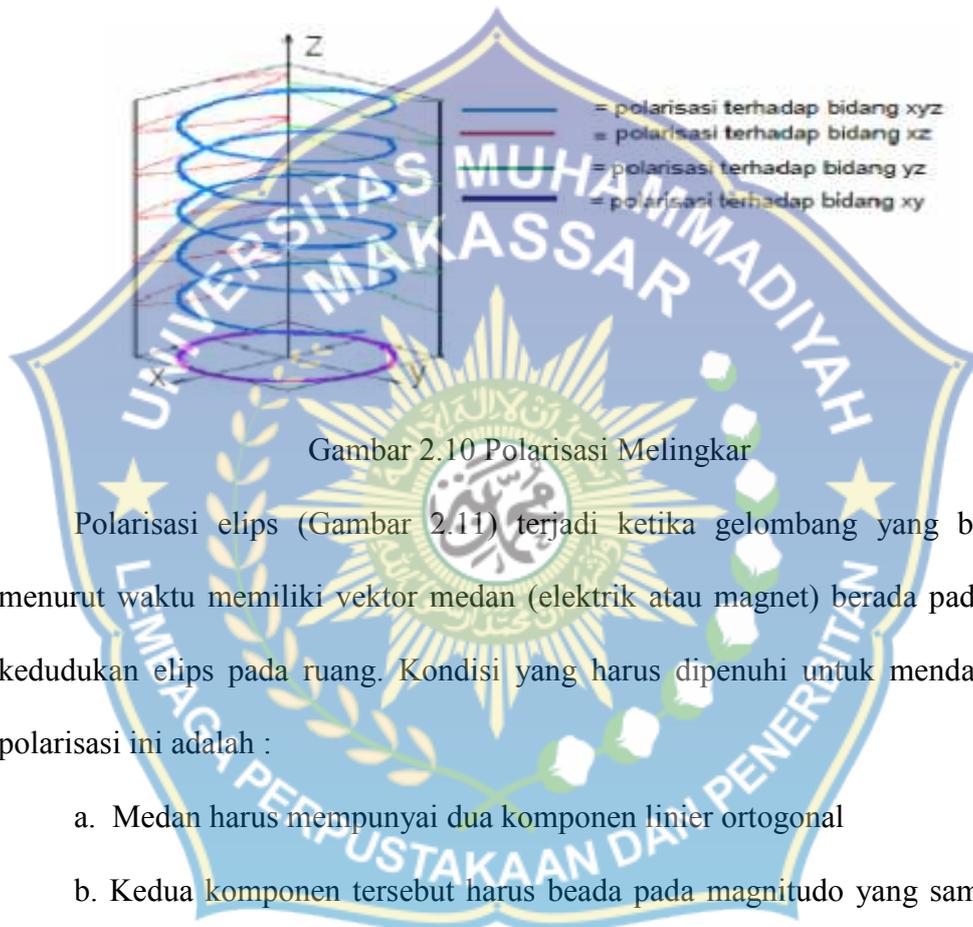
Gambar 2.9 Polarisasi linier

Polarisasi melingkar (Gambar 2.10) terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu pada suatu titik memiliki vektor medan elektrik (magnet) pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mencapai jenis polarisasi ini adalah :

- a. medan harus mempunyai 2 komponen yang saling tegak lurus linier
- b. kedua komponen tersebut harus mempunyai magnitudo yang sama

c. kedua komponen tersebut harus memiliki perbedaan fasa waktu pada kelipatan ganjil 90°.

Polarisasi melingkar bagi menjadi dua, yaitu *Left Hand Circular Polarization* (LHCP) dan *Right Hand Circular Polarization* (RHCP). LHCP terjadi ketika  $\delta = +\pi/2$ , sebaliknya  $\delta = -\pi/2$ .

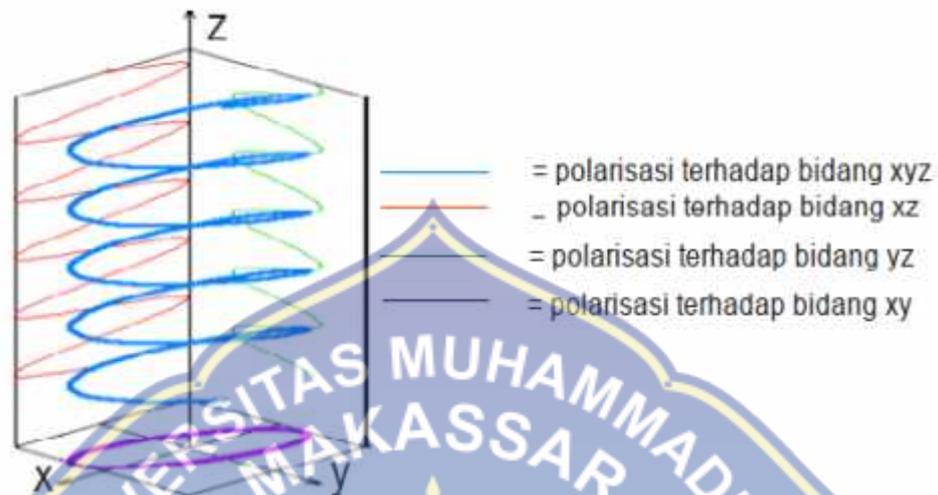


Gambar 2.10 Polarisasi Melingkar

Polarisasi elips (Gambar 2.11) terjadi ketika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan elips pada ruang. Kondisi yang harus dipenuhi untuk mendapatkan polarisasi ini adalah :

- a. Medan harus mempunyai dua komponen linier ortogonal
- b. Kedua komponen tersebut harus berada pada magnitudo yang sama atau berbeda
- c. Jika kedua komponen tersebut tidak berada pada magnitudo yang sama perbedaan fasa waktu antara kedua komponen tersebut harus tidak bernilai 0° atau kelipatan 180° (karena akan menjadi linier). Jika kedua komponen berada pada magnitudo yang sama maka perbedaan fasa

diantara kedua komponen tersebut harus tidak merupakan kelipatan ganjil dari 900 (karena akan menjadi lingkaran).



Gambar 2.11 Polarisasi Elips

#### E. Teknik Pencatuan

Antena *microstrip* dapat dicatu dengan beberapa metode. Metode-metode ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu terhubung (*contacting*) dan tidak terhubung (*non-contacting*). Pada metode terhubung, daya RF dicatukan secara langsung ke *patch* radiator dengan menggunakan elemen penghubung. Pada metode tidak terhubung, dilakukan pengkopelan medan elektromagnetik untuk menyalurkan daya di antenna saluran *microstrip* dengan *patch*. Beberapa teknik pencatuan yang sering digunakan, yaitu : teknik *microstrip line*, *coaxial probe*, *aperture coupling* dan *proximity coupling*. Dalam hal ini perancangan dilakukan dengan teknik pencatu *microstrip line*.

**F. Lebar Pencatu (*Feed Point*)**

Setelah menghitung panjang dan lebar dari *patch* untuk *substrate* yang telah diberikan, langkah selanjutnya adalah menentukan lebar pencatu, panjang pencatu dimana dalam perancangan ini besarnya panjang pencatu sangat mempengaruhi nilai VSWR dan besarnya lebar (W) sangat mempengaruhi nilai panjang pencatu dapat dituliskan dalam persamaan :

$$y_f = \frac{w}{2} \tag{2.25}$$

Dan untuk lebar pencatu sangat dipengaruhi dengan tinggi bahan *substrate* dan jenis bahan *substrate* yang digunakan. Dapat dituliskan dalam persamaan;

$$W_f = \frac{8h \exp(A)}{\exp(2A) - 2} \tag{2.26}$$

Dimana

$$A = \frac{Z_0}{60} \left\{ \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right\}^{1/2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left\{ 0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \right\} \tag{2.27}$$

Untuk mencari dimana letak posisi pencatu dapat dicari dengan rumus:

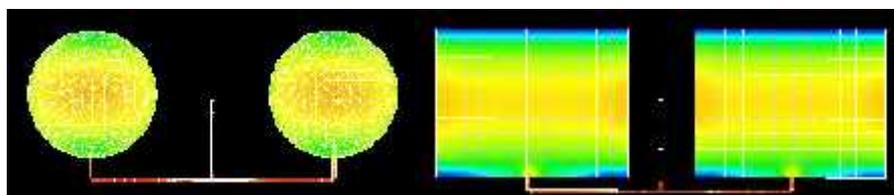
$$x_f = \frac{L}{2 \sqrt{\epsilon_{re} L}} \tag{2.27}$$

Dimana

$$\epsilon_{re} L = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/L}} \right) \tag{2.28}$$

**G. Distribusi Arus Listrik Antena Mikrostrip**

Distribusi arus listrik menunjukkan tingkat intensitas arus listrik pada tiap bagian antenna ketika memancarkan atau menerima gelombang elektromagnet.



Gambar 2.12 Hasil simulasi distribusi arus listrik antenna mikrostrip

Dari Gambar 2.12 dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip lingkaran memiliki distribusi arus yang baik karena tidak memiliki sudut yang dapat mengurangi nilai distribusi arus pada antenna.

#### H. Ansoft HFSS v13 (ansoft *High Frequency Structure Simulator*)

Banyak perangkat lunak (*software*) simulasi yang digunakan dalam menganalisis karakteristik antenna *microstrip*. Salah satunya adalah Ansoft *High Frequency Structure Simulator* v13. Dalam Tugas Akhir kita ini kita menggunakan Ansoft *High Frequency Structure Simulator* untuk menganalisis karakteristik antenna *microstrip patch* segi empat. Ansoft *High Frequency Structure Simulator* v13 adalah *software* yang mempunyai skematik terintegrasi dan manajemen disain *front-end* dalam teknologi simulasi.

Ansoft *High Frequency Structure Simulator* v13 juga merupakan dasar dari perancangan disain yang menyarankan pemakai untuk mendisain model dan mensimulasikannya secara analog, RF, aplikasi *mixed-signal*, membentuk papan sirkuit, dan memperformasikan sinyal tersebut. *Software* simulasi ini sangat fleksibel dan mudah untuk digunakan. Dalam *software* ini terdapat bentuk-bentuk skematik dengan berbagai macam *layout*, dan mempunyai bermacam bentuk visualisasi dan analisis data.

HFSS adalah simulator gelombang elektromagnetik penuh dengan performa yang baik untuk pemodelan benda 3 dimensi yang memiliki volume yang berubah-ubah. HFSS ini menyatukan proses simulasi, visualisasi, dan proses

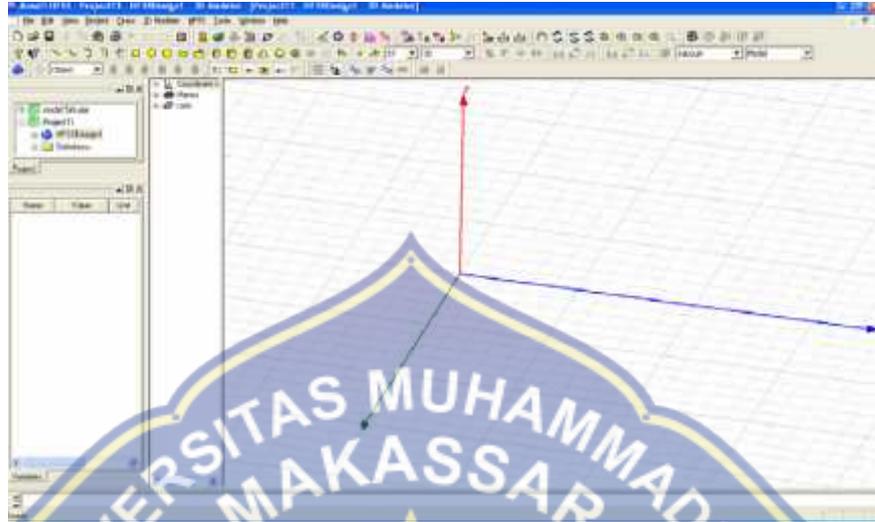
pemodelan kedalam suatu bentuk yang mudah untuk dipelajari. Simulator ini dapat dimanfaatkan untuk menghitung parameter seperti S parameter, frekuensi resonansi, dan medan. Simulator ini khususnya digunakan pada bidang:

1. *Package Modeling* à *BGA, QFP, Flip-Chip*
2. *PCB Board Modeling* à *Power/Ground planes, Mesh Grid Grounds, Backplane.*
3. *Silicon/GaAs* à *Spiral Inductors, Transformers.*
4. *EMC/EMI* à *Shield Enclosures, Coupling, Near or Far-Field Radiations.*
5. *Antennas/Mobile Communications* à *Patches, Dipoles, Horns. Conformal Cell Phone Antennas, Quadrafilar Helix, Specific Absorption Rate(SAR), Infinite Arrays, Radar Cross Section(RCS), Frequency Selective Surfaces(FSS)*
6. *Connectors – Coax, SFP/XFP, Backplane, Transitions*

HFSS adalah simulator interaktif yang elemen dasar *mesh*-nya adalah tetrahedron. Hal ini membuat kita dapat menyelesaikan persoalan yang berhubungan dengan bentuk geometri 3 dimensi yang berubah-ubah khususnya yang memiliki bentuk dan kurva yang kompleks.

HFSS adalah kependekan dari *High Frequency Structure Simulator*. Ansoft merupakan software pelopor yang menggunakan *Finite Element Method(FEM)* untuk simulasi elektromagnetik dengan mengembangkan serta menerapkan teknologi seperti *tangential vector finite elements, adaptive meshing*, dan

*Adaptive Lanczos-Pade Sweep (ALPS)*. Adapun tampilan dari HFSS dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.13 Tampilan awal Ansoft HFSS v13.0

**a. Proses pencarian solusi simulator HFSS 13.0**

Untuk mendapatkan grafik SWR suatu antenna, bisa dicari dari nilai koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dan koefisien pantul ini erat hubungannya dengan parameter S. Sebelum mengkomputasi nilai SWR kedalam grafik, maka HFSS Menghitung dulu nilai matrik parameter S pada suatu struktur port tertentu dalam setiap frekuensi dan hal ini dilakukan dengan skema sebagai berikut :



Gambar 2.14 Proses pencarian solusi HFSS 13.0

Dari Gambar 2.13 dapat dijelaskan bahwa :

Tipe solusi yang digunakan pada simulator Ansoft HFSS 13.0 ada 3 yaitu *driven modal*, *driven terminal*, dan *eigenmode*. Untuk pemodelan tentang antena, saluran mikrostrip, dan waveguide, dipergunakan tipe solusi *driven modal*. Tipe ini dipergunakan karena merupakan tipe khusus untuk mengkalkulasi mode dasar parameter S untuk elemen pasif berstruktur frekuensi tinggi yang arus tegangannya dikendalikan oleh sumber generator.

*Parametric model* adalah susunan yang terdiri dari bentuk geometri dan material yang tersusun didalamnya, yang akan membangun bentuk pemodelan simulasi. Pada tahap ini juga, kita memberikan pembatasan lingkup pada *device* pemodelan (*Boundaries*) dan mendefinisikan letak pencatuan model (*Excitation*).

Sebelum proses simulasi pencarian solusi dilakukan maka harus diinisialisasikan parameter analisa terlebih dahulu (*solution setup*). Parameter ini meliputi:

1. Frekuensi unit. Parameter ini berfungsi untuk menentukan nilai frekuensi kerja *mesh* dalam proses pencarian solusi yang menggunakan sistem *adaptive mesh*.
2. Nilai maksimum jumlah siklus *mesh*. Nilai ini adalah kriteria nilai jumlah siklus *mesh* untuk menghentikan proses pencarian solusi *adaptive*.
3. Delta S. Nilai ini adalah nilai perubahan didalam magnituda parameter S antara dua lintasan yang saling berhubungan

Pada tahap ini juga kita memberikan nilai range frekuensi (*frequency sweep*) yang merupakan range frekuensi yang akan dicari nilai solusinya.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian pada studi ini dimulai sejak Desember 2014 sampai Maret 2015 bertempat di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

#### B. Data Penelitian

Objek penelitian pada studi ini adalah Antena *Microstrip Rectangular* dan Antena *Microstrip Circular*.

#### C. Teknik Penelitian

##### a. Jenis Penelitian

Pada studi dihitung dimensi antena yang sesuai dengan frekuensi yang digunakan kemudian melakukan langkah modifikasi pada *software* Ansoft HFSS v13.

##### b. Alat dan Bahan

Simulasi Antena *Microstrip* menggunakan beberapa alat dan bahan antara lain :

1. Laptop
2. Software Ansoft High Frequency Structure Simulator ( HFSS ).

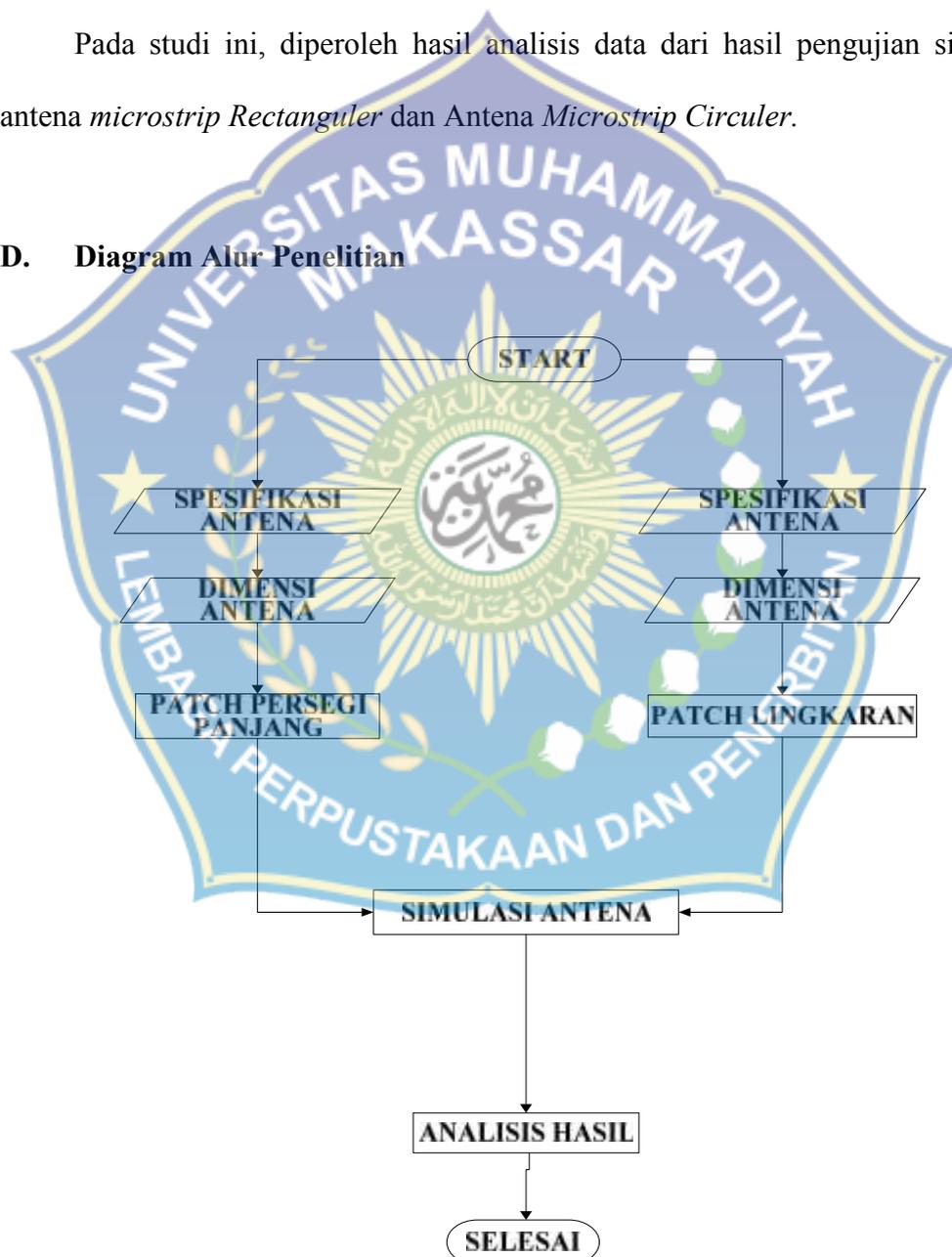
c. Teknik Pengolahan Data

Pada studi ini, diperoleh nilai parameter koefisien refleksi ( $S_{11}$ ), *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) serta pola radiasi menggunakan *software Ansoft High Frequency Structure Simulator* (HFSS).

d. Analisis Data

Pada studi ini, diperoleh hasil analisis data dari hasil pengujian simulasi antena *microstrip Rectanguler* dan Antena *Microstrip Circuler*.

**D. Diagram Alur Penelitian**



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Sebelum membuat perancangan antenna terlebih dahulu ditentukan spesifikasi antenna yang diinginkan. Spesifikasi antenna tersebut adalah pada frekuensi 1,57542 GHz,  $VSWR \leq 2$ ,  $return\ loss\ (s_{11}) \leq -9,54\ dB$ , dan pola radiasi *omnidirectional*. Spesifikasi antenna mikrostrip untuk *patch* persegi panjang dan *patch* lingkaran sama.

Pada penentuan dimensi antenna, untuk *patch* persegi panjang berbeda dengan *patch* lingkaran. Pada *patch* persegi panjang dimensinya berupa panjang gelombang ( $\lambda_0$ ), lebar *patch* ( $w$ ), konstanta dielektrik efektif *patch* ( $\epsilon_{reff}$ ) dan panjang *patch* ( $L$ ). Sedangkan untuk *patch* lingkaran dimensinya berupa konstanta dielektrik efektif *patch* ( $\epsilon_{reff}$ ), fungsi logaritmik ( $F$ ), dan jari-jari *patch* ( $a$ ).

Setelah menentukan dimensi masing-masing antenna kemudian membuat antenanya dengan menggunakan software Ansoft HFSS v.13, kemudian mensimulasi masing-masing antenna tersebut. Jika hasil simulasi antenna sudah sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan maka dilakukan analisis terhadap parameter-parameter antenna, namun jika tidak sesuai maka dilakukanlah modifikasi antenna dengan melakukan perubahan-perubahan pada dimensi antenna sampai hasil simulasi sesuai dengan yang diinginkan. Selanjutnya melakukan analisis dan menghasilkan kesimpulan dari hasil penelitian.

## **E. Perancangan Antena**

### **a. Umum**

Pada tugas akhir ini akan disimulasi sebuah antena mikrostrip *patch rectangular dan patch circular* yang dapat digunakan pada sistem *GPS (Global Position Sistem )* yang akan di desain menggunakan simulator antena Ansoft HFSS v13.

Tahapan perancangan dimulai dari pemilihan jenis substrat dan selanjutnya menghitung dimensi *patch* antena serta lebar saluran pencatunya. Hasil dari perhitungan tersebut kemudian disimulasikan dengan simulator Ansoft HFSS v13.

Untuk mendapatkan rancangan antena yang optimal dilakukan beberapa karakterisasi berupa perubahan panjang saluran pencatu dan perubahan dimensi *patch*. Dengan melakukan beberapa perubahan selanjutnya diperoleh hasil rancangan yang lebih optimal tersebut. Dengan simulator Ansoft HFSS v13. kami dapat memperoleh parameter – parameter antena yang dihasilkan berupa nilai *VSWR, Gain* antena dan pola radiasinya.

### **b. Jenis Substrat Yang Digunakan**

Di dalam pemilihan jenis *substrate* dibutuhkan pengetahuan secara umum mengenai jenis *substrate* yang akan digunakan mulai dari kualitas, ketersediaan di pasaran dan harga dari bahan tersebut yang akan sangat mempengaruhi nilai jual apabila dipabrikasi secara massal untuk dipasarkan.

Jenis *substrate* yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi *substrate* yang digunakan

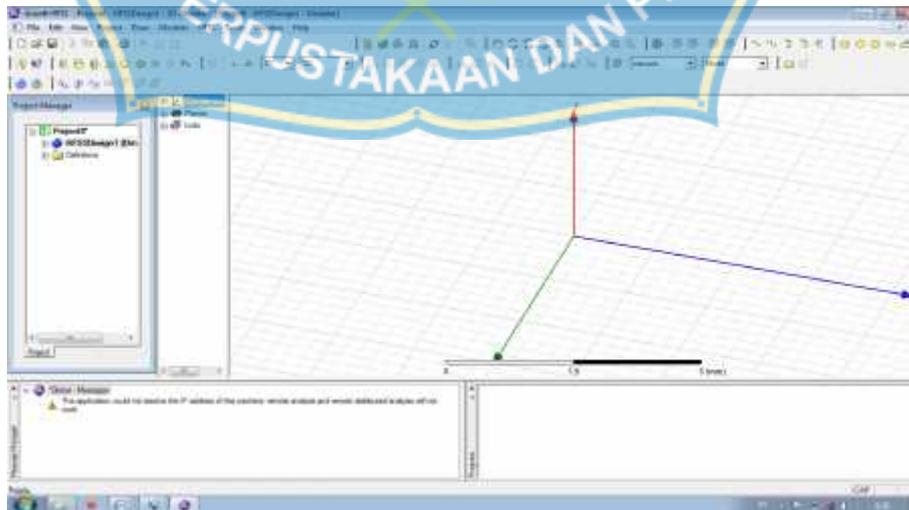
Jenis <i>substrate</i>	FR4 – Epoxy
Konstanta Dielektrik Relatif ( $\epsilon_r$ )	4.4
Dielektri Loss Tangent ( $\tan\delta$ )	0.02
Ketebalan <i>Substrate</i> ( $h_1 - h_2$ )	1.6 mm

c. **Mendesain Model Antena Mikrostrip *Patch Rectangular dan circular patch***

Pada perancangan ini, perlunya sebuah program simulator untuk membantu proses simulasi antena *microstrip patch*. Simulasi dilakukan untuk melihat apakah perhitungan yang dilakukan telah cocok dengan VSWR yang diinginkan atau tidak dengan frekuensi GHz. Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak simulator *Ansoft High Frequency Structure Simulator v13*.

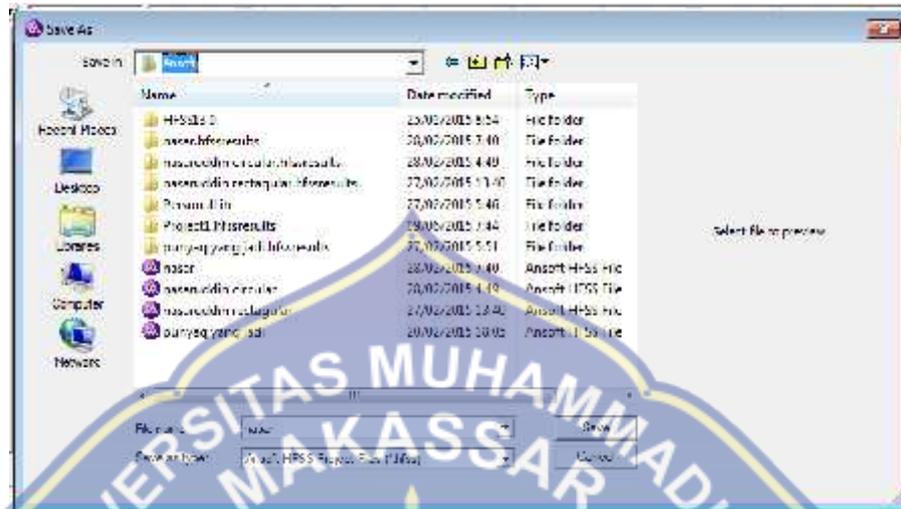
a. Memulai HFSS

Pertama *double-click* di HFSS icon di *desktop* Windows sehingga muncul tampilan seperti gambar 3.2.



Gambar 3.2 tampilan awal HFSS

Lalu klik kanan pada *Project Manager* kemudian pilih *Save As* pada *sub* menu tersebut sehingga akan tampil gambar 3.3.



Gambar 3.3 Menu save as

kemudian klik *save* setelah *folder* penyimpanan data dipilih.

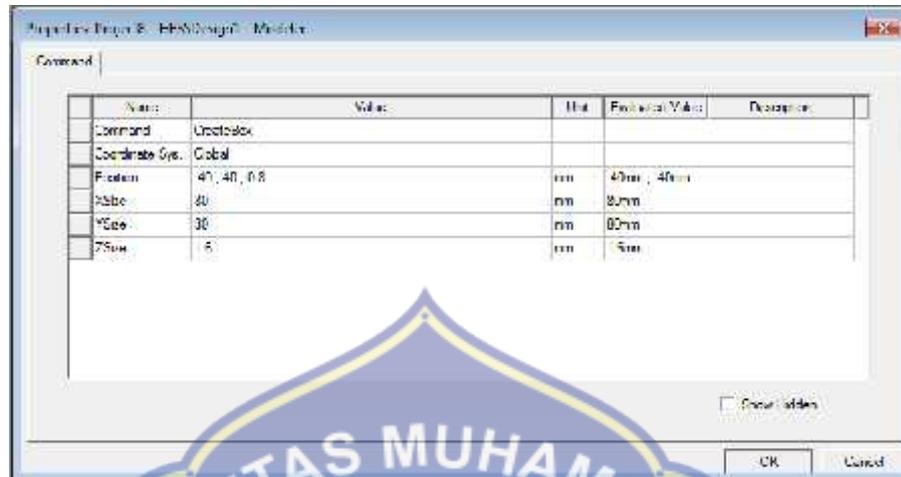
#### b. Perancangan *Substrate*

Untuk membuat *substrate*, pada *item Draw* pilih *box* atau dengan langsung memilih *Draw Box* pada toolbar kemudian data diisi pada gambar 3.4 dengan memilih bahan *FR4 – epoxy* kemudian mengganti nama box tersebut dengan *Substrate*.



Gambar 3.4 perancangan substrate

Setelah itu nilai koordinat dimasukkan seperti pada gambar 3.5



Gambar 3.5 pengisian koordinat untuk letak dan besar substrate

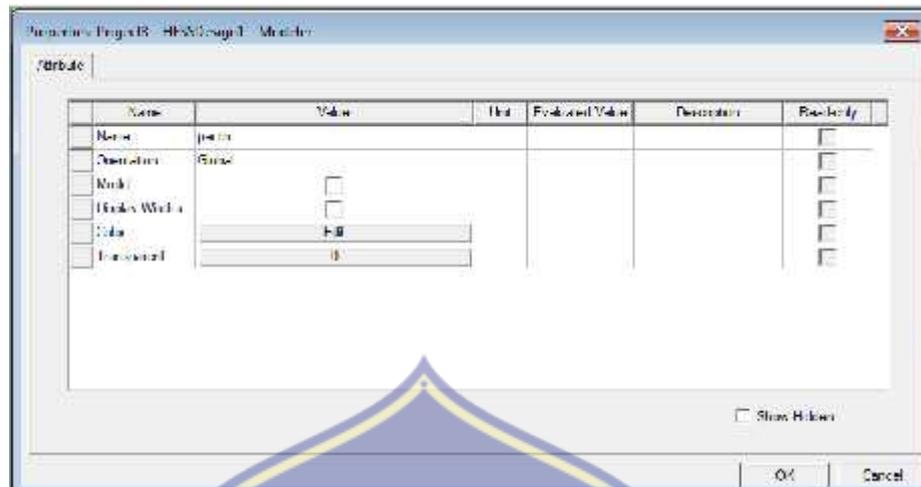
Dengan nilai koordinat seperti pada tabel 3.2

Tabel 3.2 data substrate

Starting point ( mm )	Full length ( mm )
X = -40	Dx = 80
Y = -40	Dy = 80
Z = -0.8	Dz = 1.6

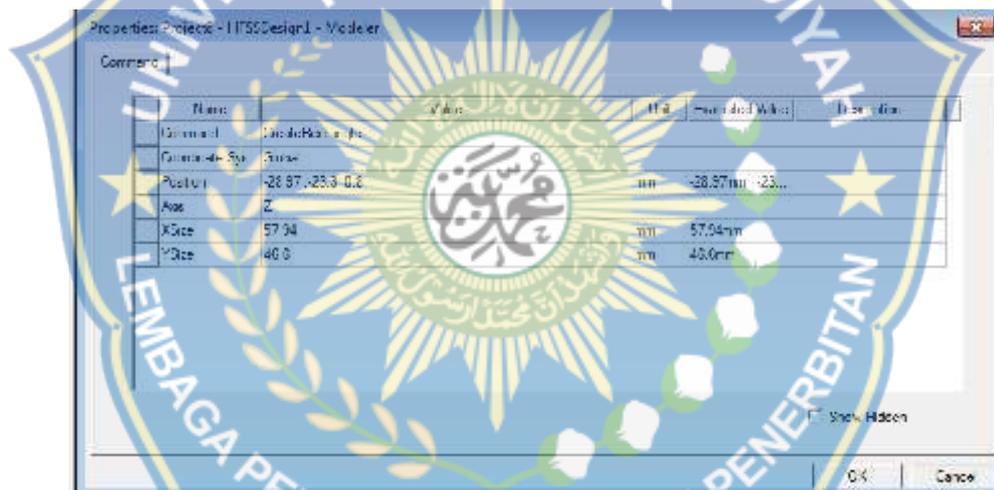
### c. Perancangan *Patch*

Tahapan setelah perancangan *substrate* adalah perancangan *patch* adapun langkah-langkah perancangannya adalah pada *item Draw* pilih *box* atau dengan langsung memilih *Draw Box* pada toolbar kemudian data diisi seperti pada gambar 3.6 dengan memilih bahan *Cooper* kemudian mengganti nama box tersebut dengan *Patch*.



Gambar 3.6 perancangan patch

Setelah itu nilai koordinat dimasukkan seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7 pengisian koordinat untuk letak dan besar patch

Dengan nilai koordinat seperti pada tabel 3.3

Tabel 3.3 data patch

Starting point ( mm )	Full length ( mm )
X = -28.97	Dx = 57.94
Y = -23.3	Dy = 46.6
Z = 0.8	Dz = 1.6

#### d. Perancangan *Feed line*

Pada perancangan ini langkah yang harus dilakukan adalah memilih pada *item Draw* kemudian pilih *box* atau dengan langsung memilih *Draw Box* pada toolbar kemudian data diisi seperti pada gambar 3.8 dengan memilih bahan *Cooper* kemudian mengganti nama box tersebut dengan *Feed line*.



Gambar 3.8 perancangan feed line

Setelah itu nilai koordinat dimasukkan seperti pada gambar 3.9



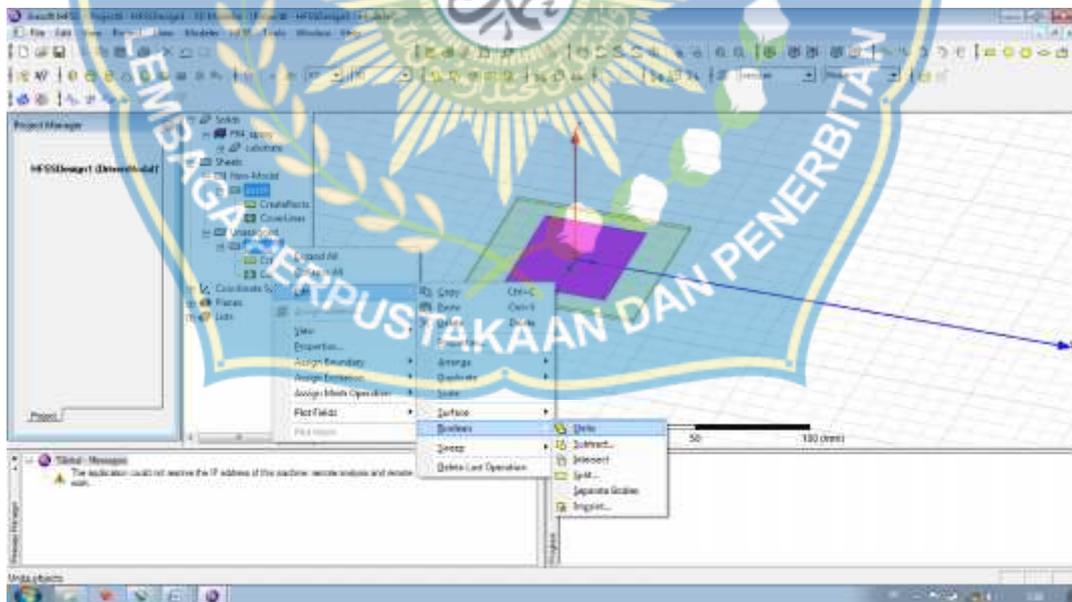
Gambar 3.9 pengisian koordinat untuk letak dan besar feed line

Dengan nilai koordinat seperti pada tabel 3.4

Tabel 3.4 data feed line

Starting point ( mm )	Full length ( mm )
X = -28.97	Dx = 57.94
Y = -23.3	Dy = 46.6
Z = 0.8	Dz = 1.6

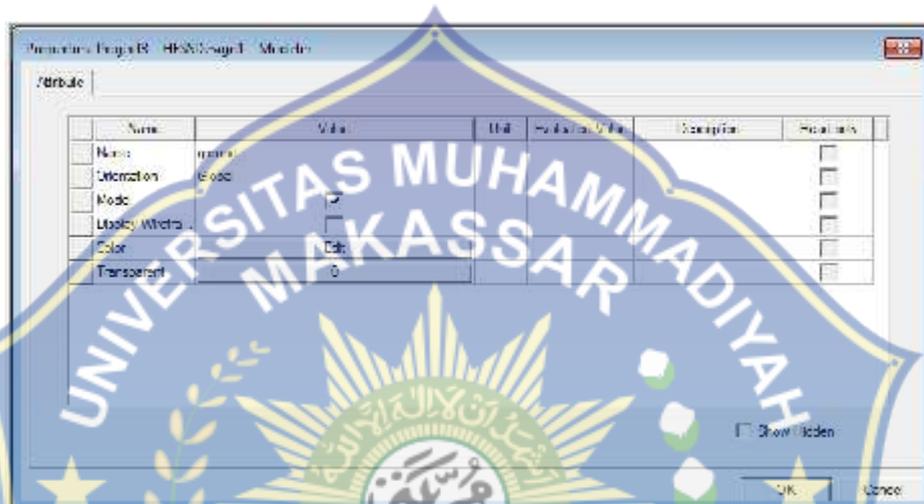
Setelah *feed line* terbentuk maka kita harus menyatukan antara *feed line* dengan *patch*-nya dengan cara klik CTRL kemudian pilih *feed line* dengan *patch* lalu pada salah satu klik kanan pilih *Edit* kemudian *Boelan* lalu *Unite* pilih *ok*, maka kemudian kedua benda tersebut sudah menjadi satu bagian seperti pada gambar 3.10.



gambar 3.10 proses menyatukan antara patch dan feed line

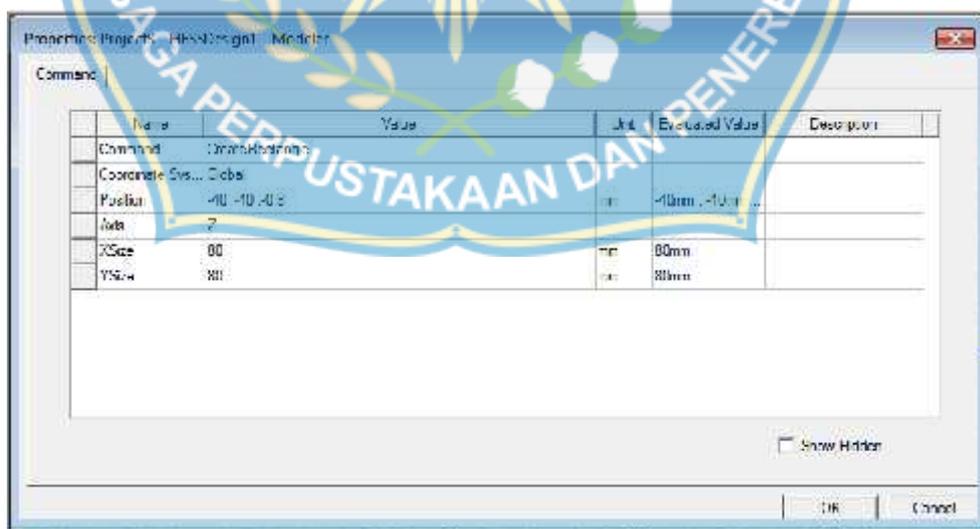
### e. Perancangan *Ground*

Untuk membuat *ground*, pada *item Draw* pilih *box* atau dengan langsung memilih *Draw Box* pada toolbar kemudian data diisi seperti pada gambar 3.11 dengan memilih bahan *Cooper* kemudian mengganti nama box tersebut dengan *Ground*.



Gambar 3.11 perancangan *ground*

Setelah itu nilai koordinat dimasukkan seperti pada gambar 3.12



gambar 3.12 pengisian koordinat untuk letak dan besar *ground*

dengan nilai koordinat seperti pada tabel 3.5

tabel 3.5 data ground

Starting point ( mm )	Full length ( mm )
X = -40	Dx = 80
Y = -40	Dy = 80
Z = -0.8	Dz = 1.6

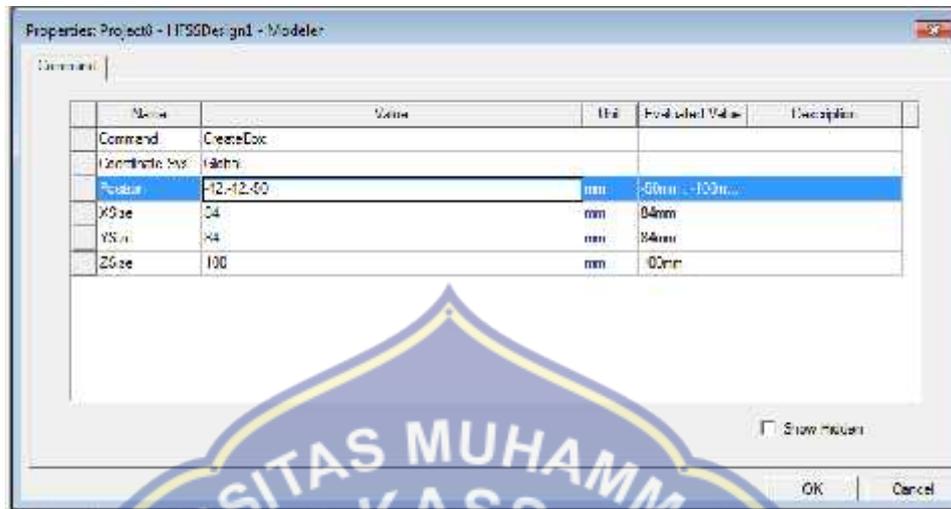
f. Perancangan *Boundary*

Untuk membuat *boundary*, pada item *Draw* pilih *box* atau dengan langsung memilih *Draw Box* pada toolbar kemudian data diisi seperti pada gambar 3.13 dengan memilih bahan *air* kemudian mengganti nama box tersebut dengan *Boundary*.



Gambar 3.13 perancangan boundary

Setelah itu nilai koordinat di masukkan seperti pada gambar 3.14



Gambar 3.14 pengisian koordinat untuk letak dan besar boundary

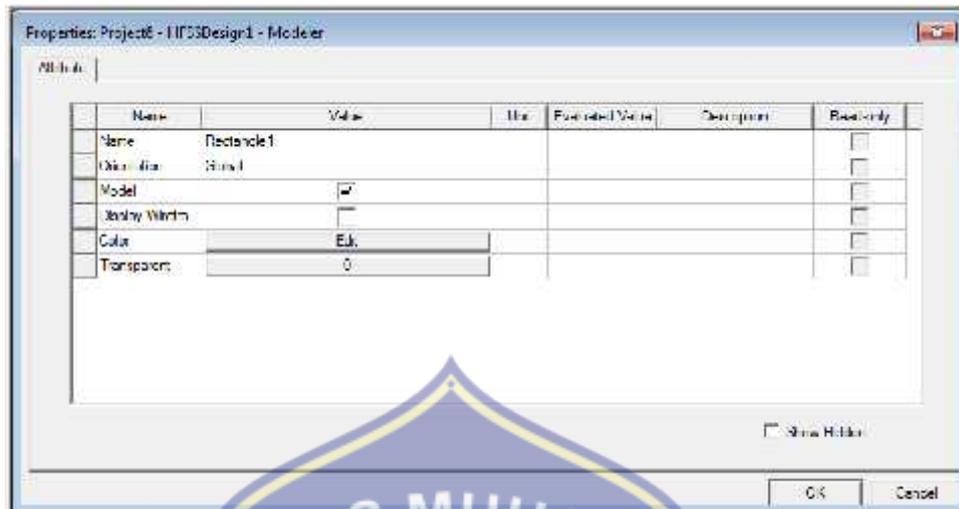
Dengan nilai koordinat seperti pada tabel 3.6

Tabel 3.6 data boundary

Starting point ( mm )	Full length ( mm )
X = -42	Dx = 84
Y = -42	Dy = 84
Z = -50	Dz = 100

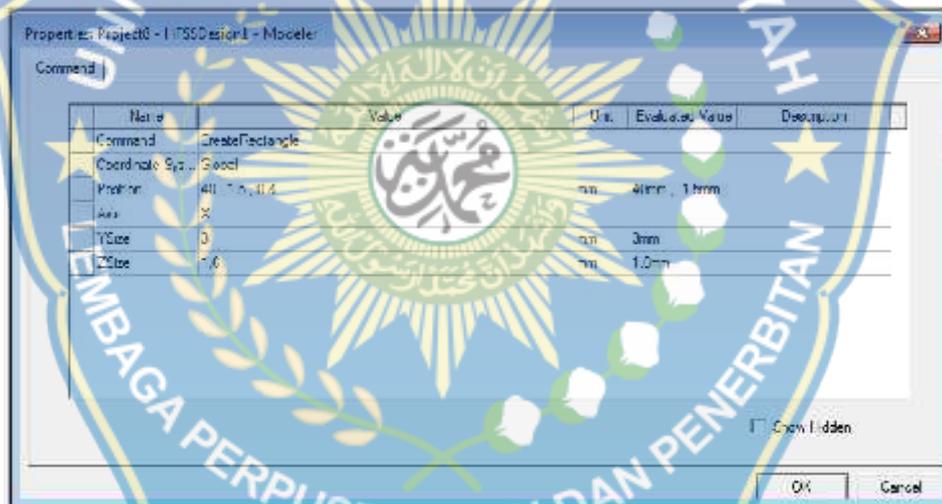
g. *Assign Excitation*

Untuk membuat sebuah port eksitasi langkah pertama adalah pada *item Draw* pilih *rectangular* kemudian data diisi seperti pada gambar 3.15



Gambar 3.15 perancangan *Assign Excitation*

Setelah itu nilai koordinat di masukkan seperti pada gambar 3.16



Gambar 3.16 pengisian koordinat untuk letak dan besar *Assign Excitation*

klik kanan pada *rectangle* tersebut pilih *Assign Excitation* kemudian pilih *lumpport* lalu *enter*.

#### h. *Analysis Setup*

Untuk mengetahui hasil simulasi diperlukan langkah-langkah untuk menjalankan simulator *Ansoft High Frequency Structure Simulator v13*. Berikut langkah-langkah yaitu klik menu pada *HFSS* kemudian pilih

*analysis setup*, pilih *add solution setup*, maka akan muncul pada layar adalah *solution setup window*. Kemudian isi nama *setup*-nya, diikuti yang ada di dalam tab, kemudian isi nilai dari *solution frequency* menjadi 1,57542 GHz. Nilai *solution frequency* ini sama untuk tiap *setup*. Lalu isi nilai *maximum number of phases* menjadi 10. Kemudian isi nilai *maximum delta S* sebesar 0,02 lalu pilih *OK*.



Gambar 3.17 Pengisian data analysis setup

i. *ADD Frequency Sweep*

Langkah selanjutnya, klik menu HFSS kemudian pilih *analysis setup* lalu pilih *add sweep*. Pilih *solution setup*-nya *setup1* dan klik tombol *OK*. Kemudiann *edit window sweep*-nya, atur *sweep type* menjadi *fast* dan diatur juga *frequency setup type* menjadi *linear count*. Kemudian atur frekuensi *start* sebesar 1 GHz, frekuensi *stop* 3 GHz dan buat nilai *count* menjadi 50. Lalu klik tombol *OK*.



Gambar 3.18 Setup 1



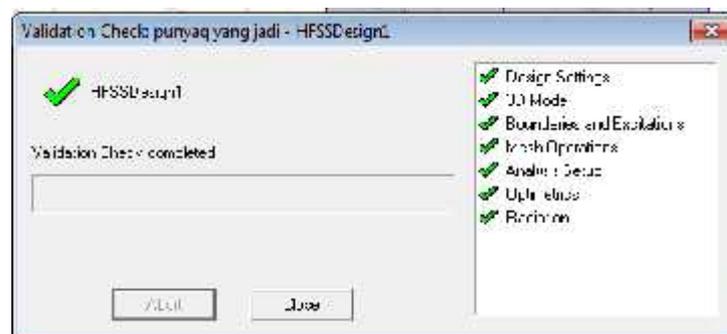
Gambar 3.19 pengisian data add frekuensi sweep

### j. Model Validation

Langkah berikutnya adalah memeriksa model yang dibuat caranya dengan klik menu *HFSS* lalu pilih *validation check*. Tujuan dari *validation check* ini adalah untuk memeriksa apakah model yang kita buat sudah layak dan benar untuk dijalankan. Jika model yang kita buat telah layak dan benar untuk dijalankan maka akan muncul tanda *check list* berwarna hijau. Tetapi jika belum maka akan muncul tanda silang berwarna merah. Hal ini menandakan bahwa ada *error* pada model yang kita buat. Untuk melihat pesan *error* gunakan *message manager* yang ada di sudut kanan bawah.



Gambar 3.20 Model antenna yang di hasilkan



Gambar 3.21 model antenna yang telah di validasi

### k. Analyze

Setelah melewati *validation check*, langkah selanjutnya adalah menganalisis model. Untuk menganalisis model ini dengan klik menu *HFSS* lalu pilih *analyze all*. Pada langkah ini program akan menjalankan perhitungan secara otomatis agar bisa didapatkan hasil dari perancangan.

#### 1. Create Report

Setelah proses analisis selesai maka hasil dapat ditampilkan dalam grafik 2D, grafik 3D, plot-plot dan tabel. Untuk dapat melihat hasil-hasil tersebut pada *menu bar* pilih *HFSS* kemudian pilih *report* kemudian kita dapat memilih *report* yang kita inginkan. Sedangkan untuk perancangan antena mikrostrip circular langkah-langkahx sama dengan yang dilakukan di atas.



Gambar 3.22 cara memproses antena untuk mendapatkan hasil perancangan

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA

#### A. Hasil Perancangan

Pada Tugas akhir ini antenna yang dirancang terdiri dari dua jenis dengan spesifikasi yang sama yaitu antenna mikrostrip bentuk persegi panjang (*rectangular patch antenna*) dan antenna mikrostrip bentuk lingkaran (*circular patch antenna*). Perancangan antenna ini menggunakan *software* HFSS v.13. Dimana substrate-nya menggunakan papan pcb dengan pLoss Tangent ( $\tan \delta$ ) = 0,02 dengan ketebalan substrate adalah 1,6 mm.

##### a. Spesifikasi Antena

Spesifikasi antenna yang diinginkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 spesifikasi antenna yang diinginkan

FREKUENSI KERJA	1,57542 GHz
VSWR	$\leq 2$ dB
S11	$\leq -9,54$ dB
POLA RADIASI	omnidireksional

##### b. Perancangan Dimensi patch Antena

Antena yang akan dirancang pada tugas akhir ini adalah antenna micristrip rectagular patch dan circular patch dengan frekuensi kerja 1,57542 GHz. Untuk perancangan awal dari dimensi antenna digunakan perhitungan antenna micristrip berbentuk rectagular dan circular dengan menggunakan persamaan ( 2.1 ), ( 2.2 ), ( 2.3 ), ( 2.4 ), ( 2.5 ), ( 2.6 ), ( 2.7 ).

## 1. Antena bentuk persegi panjang

## a. Panjang patch antenna (w)

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 1,57542 \times 10^9 \sqrt{\frac{4,4 + 1}{2}}} \\
 &= \frac{300000000}{3150840000 \sqrt{2,7}} \\
 &= \frac{300000000}{3150840000 \times 1,643167673} \\
 &= \frac{300000000}{5177358431} \\
 &= 0,05794461 \text{ m} \\
 &= 57,94461 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh panjang patch sebesar 57,94461 mm.

b. Konstanta Dielektrik efektif patch ( $\epsilon_{\text{reff}}$ )

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/w}} \right)$$

$$= \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1,6}{57,94461}}} \right)$$

$$= 2,7 + 1,7 \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times 0,027612576}} \right)$$

$$= 2,7 + 1,7 \left( \frac{1}{1,153841805} \right)$$

$$= 2,7 + 1,7 (0,866669933)$$

$$= 2,7 + 1,473338886$$

$$= 4,173339$$

Berdasarkan persamaan (2.5) diperoleh  $\epsilon_{\text{reff}}$  sebesar 4,173339.

c. Pertambahan panjang  $L$  ( $\Delta L$ )

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left( \frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left( \frac{w}{h} + 0,8 \right)}$$

$$= 0,412 \times 1,6 \frac{(4,173339 + 0,3) \left( \frac{57,94461}{1,6} + 0,264 \right)}{(4,173339 - 0,258) \left( \frac{57,94461}{1,6} + 0,8 \right)}$$

$$= 0,412 \times 1,6 \frac{(4,473339)(36,47938125)}{(3,915339)(37,01538125)}$$

$$= 0,412 \times 1,6 \frac{(163,1846388)}{(144,9277658)}$$

$$= 0,412 \times 1,6 (1,125972224)$$

$$= 0,412 \times 1,801555559$$

$$= 0,74224089 \text{ mm}$$

Berdasarkan persamaan (2.7) diperoleh pertambahan panjang L sebesar 0,74224089 mm.

d. Panjang patch (L)

$$L = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2\Delta L$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 1,57542 \times 10^9 \sqrt{4,473339}} - 2 \times 0,74224089$$

$$= \frac{300000000}{3150840000 \times 2,11502695} - 1,48448178$$

$$= \frac{300000000}{6664111516} - 1,48448178$$

$$= 0,04501725 \text{ m}$$

$$= 45,01725\text{mm}$$

Berdasarkan persamaan (2.6) diperoleh panjang patch sebesar 45,01725365 mm.

## 2. Antena bentuk lingkaran

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{\epsilon_f \nu \epsilon_r}$$

$$= \frac{8,791 \times 10^9}{2 \times 1,57542 \times 10^9 \sqrt{4,4}}$$

$$= \frac{8,791}{3,15084 \times 2,097617696}$$

$$= 5,852457492$$

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

$$= \frac{5,852457492}{\left\{ \left( 1 + \frac{2,1,6}{3,14,4,4,5,852457492} \right) \left[ \ln \left( \frac{3,14,5,852457492}{2,1,6} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

$$= \frac{5,852457492}{\left\{ \left( 1 + \frac{3,2}{80,85755271} \right) \left[ \ln \left( \frac{18,37671787}{3,2} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

$$= \frac{5,852457492}{\{(1 + 0,039575771) [\ln(5,742724334) + 1,7726]\}^{1/2}}$$

$$= \frac{5,852457492}{\{(1,039575771) [3,52053372]\}^{1/2}}$$

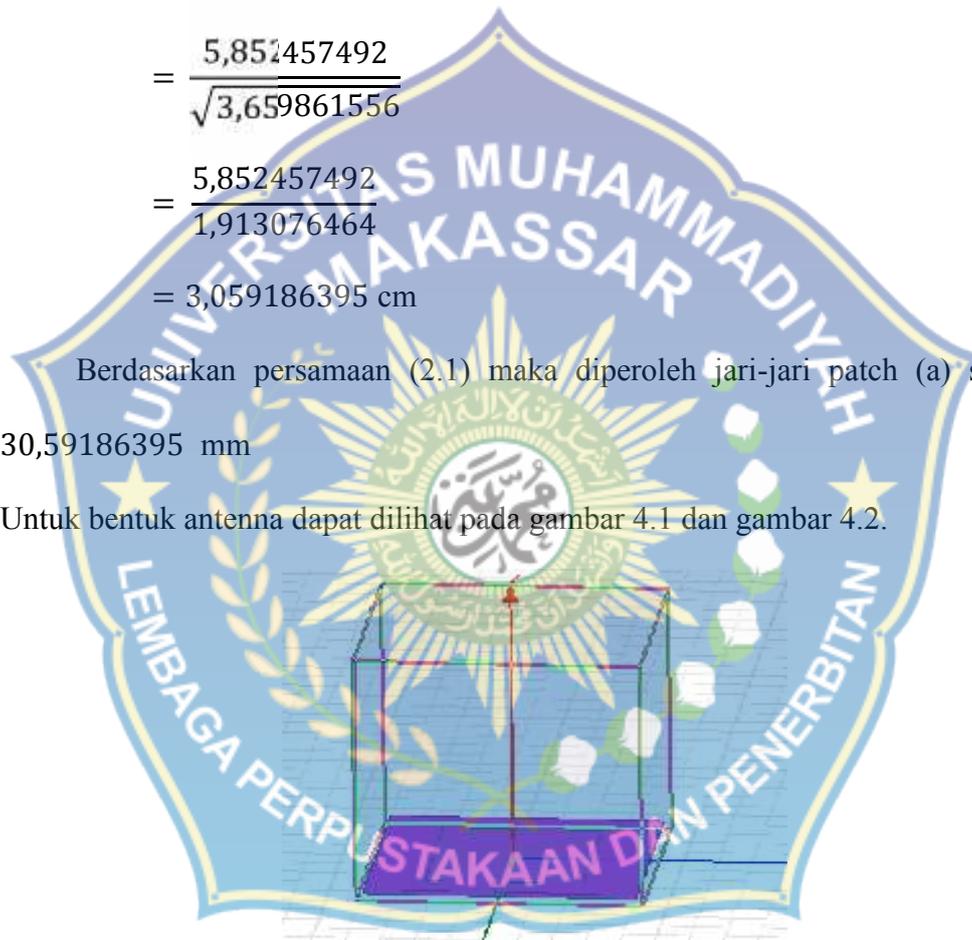
$$= \frac{5,852457492}{\sqrt{3,659861556}}$$

$$= \frac{5,852457492}{1,913076464}$$

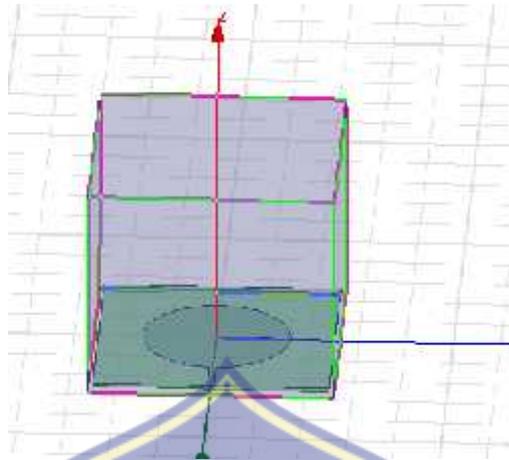
$$= 3,059186395 \text{ cm}$$

Berdasarkan persamaan (2.1) maka diperoleh jari-jari patch (a) sebesar 30,59186395 mm

Untuk bentuk antenna dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4.1 Hasil rancangan *rectangular patch antenna* 1,57542 MHz



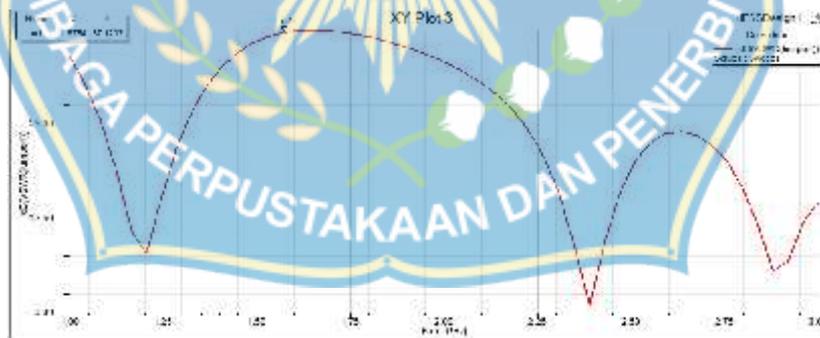
Gambar 4.2 Hasil rancangan *circular patch antenna* 1,57542 GHz

## B. ANALISA

Setelah menganalisis model rancangan microstrip patch segi empat dan lingkaran, maka didapatkan hasil yaitu : VSWR,  $S_{11}$ , dan axial ratio.

### a. Antena Mikrostrip Bentuk Persegi panjang

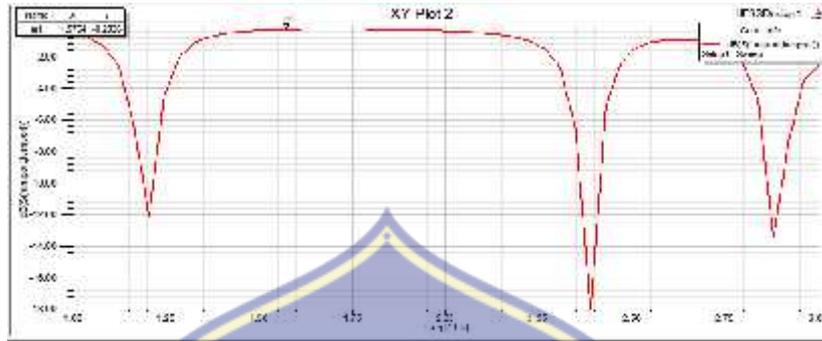
Dari hasil perancangan kemudian di simulasikan didapatkan VSWR dan frekuensi sebesar 1,57542 GHz.



Gambar 4.3 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) antena *rectangular patch*

Dari gambar 4.3 terlihat bahwa nilai VSWR pada frekuensi 1,57542 GHz sebesar 37,1237 dB.

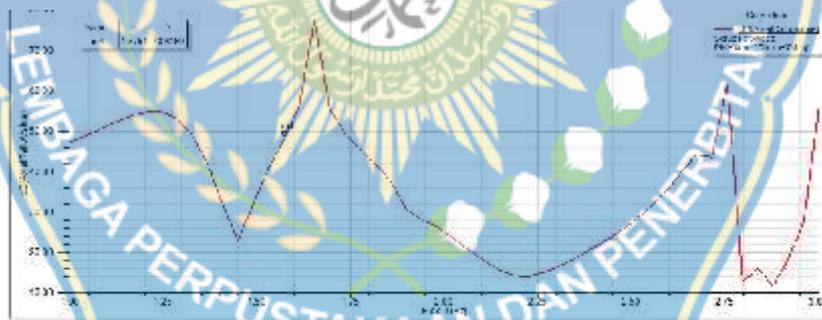
Dari hasil perancangan kemudian di simulasikan didapatkan  $S_{11}$  dan frekuensi sebesar 1,57542 GHz.



Gambar 4.4 Scattering parameter ( $S_{11}$ ) antenna *rectangular patch*

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa nilai  $S_{11}$  pada frekuensi 1,57542 GHz sebesar -0,2836 dB.

Dari hasil perancangan kemudian di simulasikan didapatkan axial ratio dan frekuensi sebesar 1,57542 GHz.

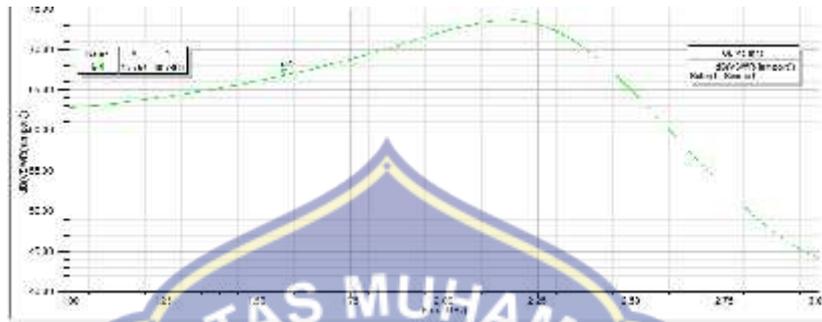


Gambar 4.5 Scattering parameter (axial ratio) antenna *rectangular patch*

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa nilai axial ratio pada frekuensi 1575,42 GHz sebesar 48,6169 dB. Dimana AR dari antenna ini berkisar antara 48,6169 dB yang menunjukkan bahwa polarisasi dari antenna ini adalah polarisasi linear.

### b. Antena Mikrostrip bentuk Lingkaran

Dari simulasi hasil perancangan maka didapatkan VSWR seperti pada gambar 4.6 di bawah.



Gambar 4.6 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) antena *circular patch*

Dari gambar 4.6 terlihat bahwa nilai VSWR pada frekuensi 1,57542 GHz sebesar 66,5541 dB.

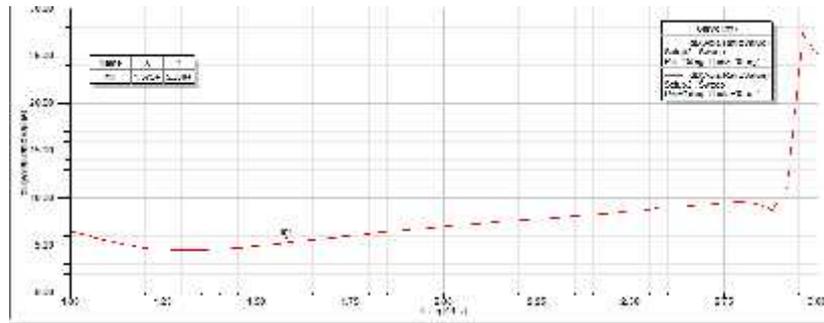
Dari simulasi hasil perancangan maka didapatkan  $S_{11}$  seperti pada gambar 4.7 di bawah.



Gambar 4.7 Scattering parameter ( $S_{11}$ ) antena *circular patch*

Dari gambar 4.7 terlihat bahwa nilai  $S_{11}$  pada frekuensi 1,57542 GHz sebesar -0,0082 dB.

Dari simulasi hasil perancangan maka didapatkan Axial Ratio seperti pada gambar 4.8 di bawah.



Gambar 4.8 Scattering parameter (axial ratio) antenna *circular patch*

Dari gambar 4.8 terlihat bahwa nilai axial ratio pada frekuensi 1,57542 GHz sebesar 5,2884 dB. Dimana AR dari antenna ini berkisar antara 5,2884 dB yang menunjukkan bahwa polarisasi dari antenna ini adalah elliptical polarisasi.

Tabel 4.2 perbandingan antenna

Parameter Antena	Rectagular Pacth ( dB)	Circular Pacth (dB)
VSWR	37,1237	66,5541
S11	-0,2836	-0,0082
Axial ratio	48,6169	5,2884

Di lihat dari tabel 4.2 di atas ternyata nilai vswr dari antenna rectagular pacth lebih besar dari pada nilai vswr dari antenna circular pacth dan nilai s11 dari antenna mikristrip rectagular lebih kecil dari niali s11 antenna mikrostrip circular pacth.

Dari hasil analisa desain antenna mikrostrip tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan tersebut belum bagus/baik karena belum memenuhi syarat spesifikasi antenna untuk dikatakan baik. Dimana suatu antenna akan dikatakan baik/bagus jika nilai VSWR dan S11 masing masing kurang dari 2 dan -9, 54 dB. Dimana kita bisa mengetahui polarisasi dari antenna tersebut, jika Axial

Ratio  $>20$  maka polarisasi linier. Untuk Axial Ratio  $\leq 20$  dan  $AR > 3$  maka jenis polarisasi adalah elliptical polarisasi (EP), sedangkan untuk Circular Polarisation (CP) maka nilai AR yang dibutuhkan adalah  $\leq 3$ . Setelah melakukan simulasi antenna tersebut tidak sesuai dengan apa yang di inginkan karena pacth berpengaruh terhadap frekuensi dimana semakin kecil nilai pacthnya maka semakin kecil nilai frekuensinya.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

1. Dari hasil analisa diperoleh nilai VSWR untuk antenna mikrostrip rectangular patch sebesar 37,1237. dan untuk antenna mikrostrip circular patch sebesar 66,5541.
2. Dari hasil analisa diperoleh nilai S11 untuk antenna mikrostrip rectangular patch sebesar -0,2836 dB dan untuk antenna mikrostrip circular patch sebesar -0,0082 dB.
3. Dari hasil simulasi dapat di simpulkan bahwa antenna bentuk lingkaran lebih baik daripada antenna bentuk segi empat karena antenna mikrostrip lingkaran memiliki distribusi arus yang baik karena tidak memiliki sudut yang dapat mengurangi nilai distribusi arus pada antenna.
4. Berdasarkan hasil analisa perancangan antenna mikrostrip bentuk segi empat diperoleh bahwa antenna tersebut sudah bagus karena antenna tersebut bekerja pada 3 bandwitch yaitu pada frekuensi 1,2, 2,4 dan 2,9 GHz sedangkan untuk antenna mikrostrip bentuk lingkaran bekerja pada frekuensi 2,2 GHz. Namun antenna tersebut belum sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan.

#### **5.2 SARAN**

1. pada penelitian selanjutnya selain membuat desain dengan menggunakan software tertentu sebaiknya membuat antenanya juga sehingga dapat dibandingkan hasil analisa dengan hasil pengukuran antenna yang sebenarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Aryono teguh, dkk. Agustus 2013. Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip Rectangular Patch dan Circular Patch Menggunakan Software Matlab. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Diponegoro Semarang.

Cahyo, D.R dkk. Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip Array dengan Frekuensi 850 MHz Untuk Aplikasi Pratikum Antena, Makalah seminar tugas akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.

Darsono M, Mei 2008. Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segitiga Polarisasi Lingkaran Untuk Aplikasi Global Positioning System (GPS) Pada Satelit Mikro Lapan- tubsat. Jurnal Sains dan Teknologi Emas, vol. 18, no.2.

Indra Surjati, Agustus 2001. Antena Mikrostrip Bentuk Segiempat. Jurnal, Volume 1, No 1, Halaman 69-76, ISSN 1412-0372.

Imatsu Ongga, dkk. 2012, Rancang Bangun Antena Mikrostrip pada Frekuensi GPS Berbasis Sistem Transfere Daya Nirkabel. Jurnal Teknik POMITS vol.1 no 1, (2012) 1-6, Surabaya.

Mazlan Faiz H. B. May 2011. Dual Band Circularly Polarized Microstrip Patch Antena For GPS Application. Faculty of Electronic Engineering and computer engineering Univesiti Teknikal Malaysia Melaka.

Nugraha, K.S. Dkk. Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Slot Cincin Persegi 1555,42 - 1595,42 MHz Untuk Aplikasi GPS, Fakultas Elektro dan Komunikasi IT Telkom, Bandung.

Pontoan, E.M. Dkk. Perancangan Implementasi Antena Mikrostrip Slot Rectanguler Array Untuk Aplikasi GPS. Jurusan Teknik Telekomunikasi, IT Telkom, Bandung.

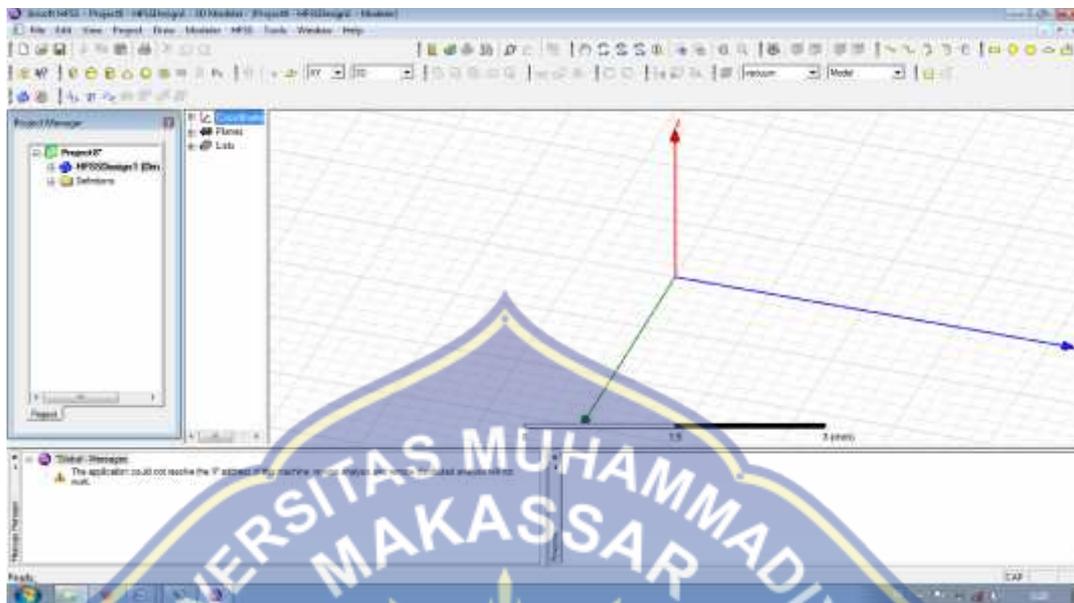
Kurniawan, D.F. dkk. juni 2010. Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frekuensi. Jurnal EECCIS Vol. IV, no.1.



# LAMPIRAN

**Hasil Perancangan Antena Mikrostrip**

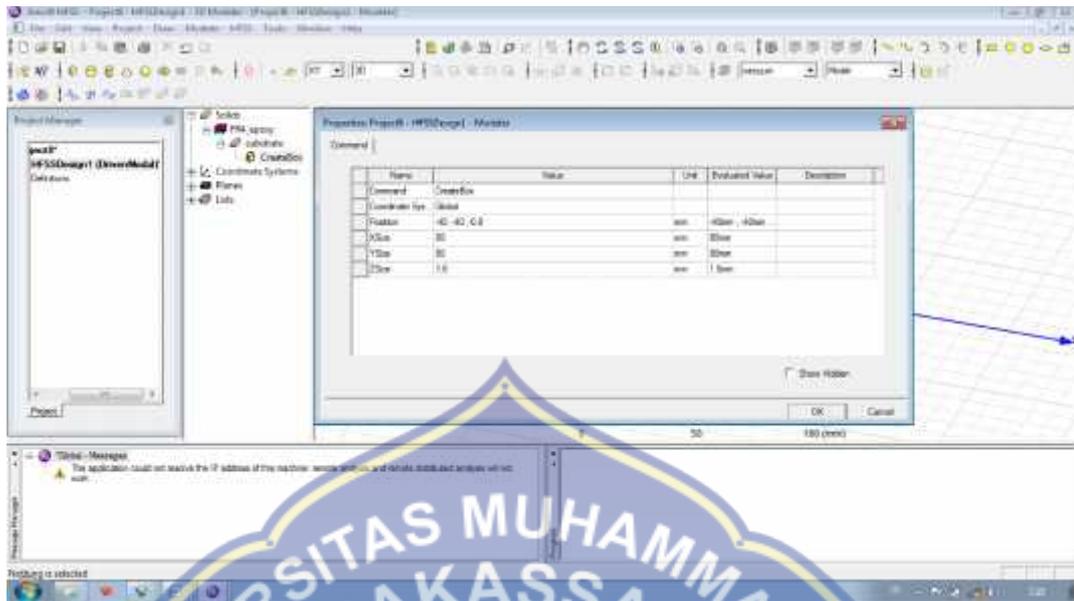
Gambar Hasil perancangan antenna mikrostrip rectagular pacth dan circular pacth



Gambar tampilan awal hfss



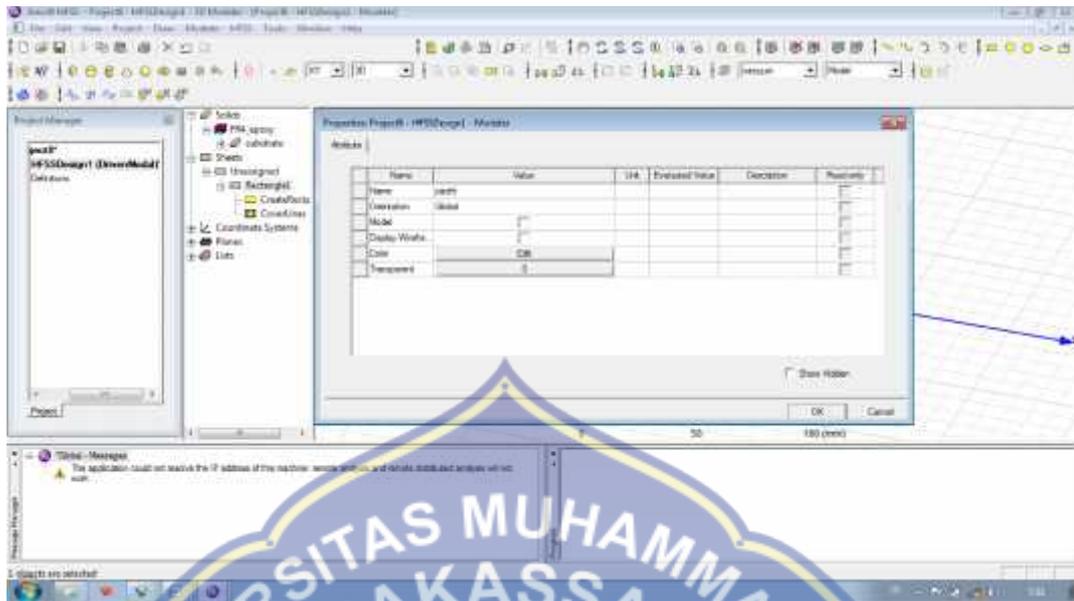
Gambar perancangan substrate



Gambar pengisian koordinat untuk letak dan besar substrate



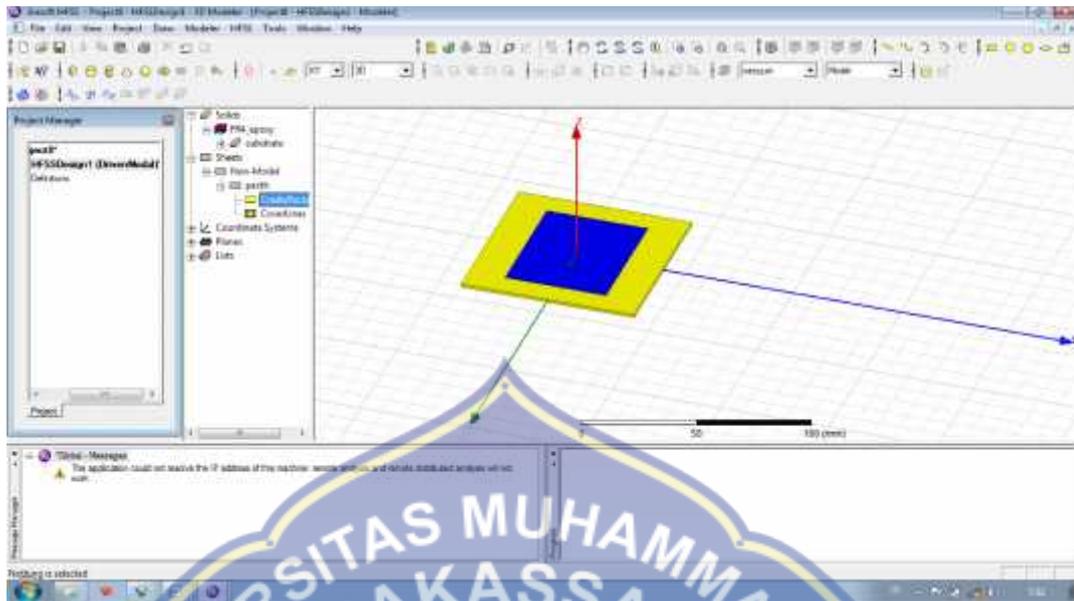
Gambar substrate antenna



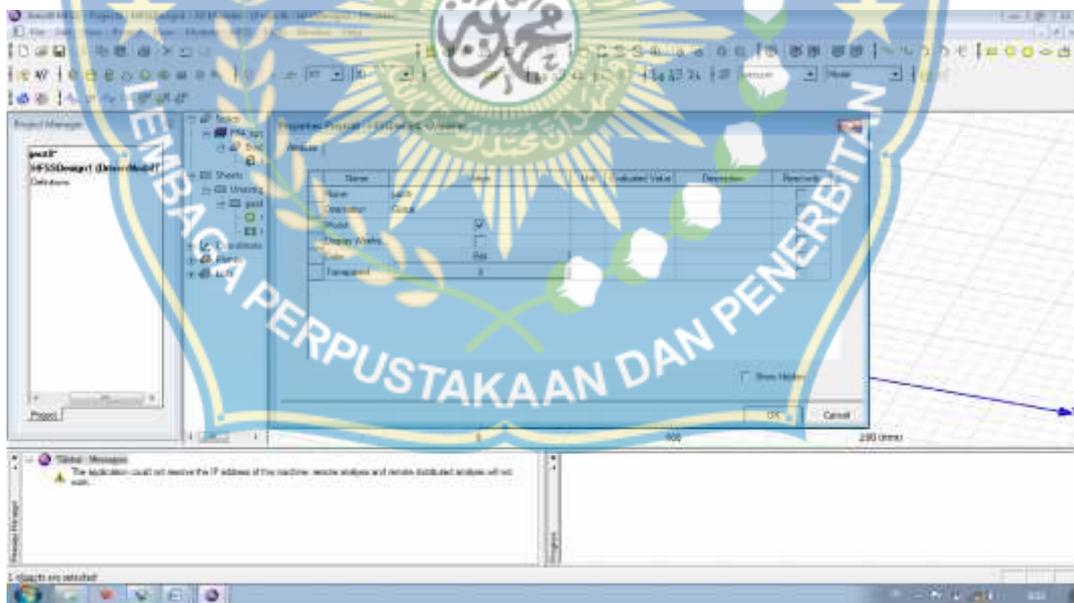
Gambar perancangan patch antenna rectagular



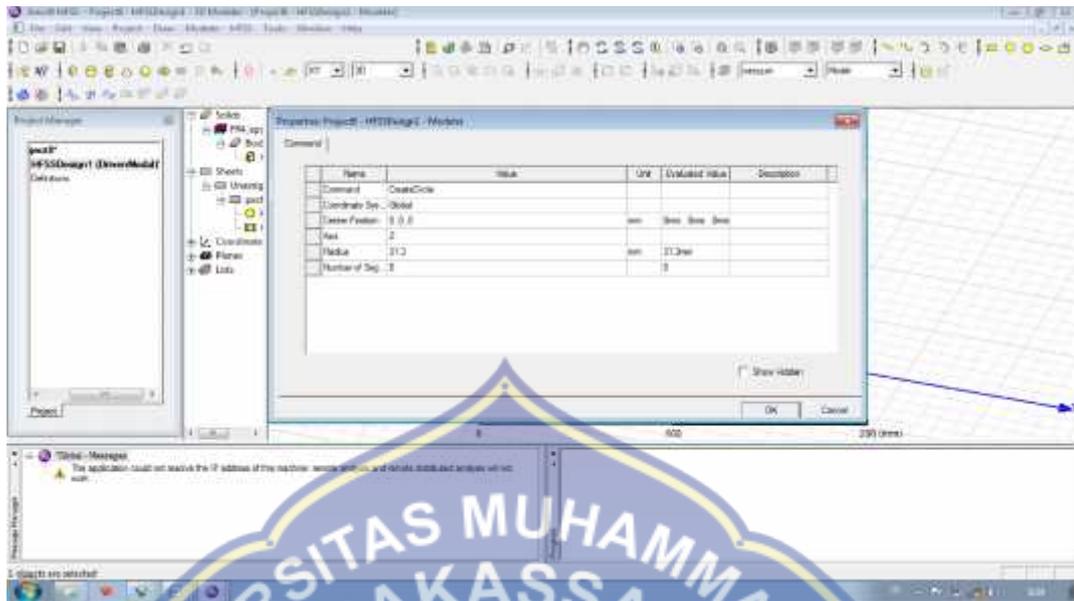
Gambar Pengisian koordinat untuk letak dan besar patch



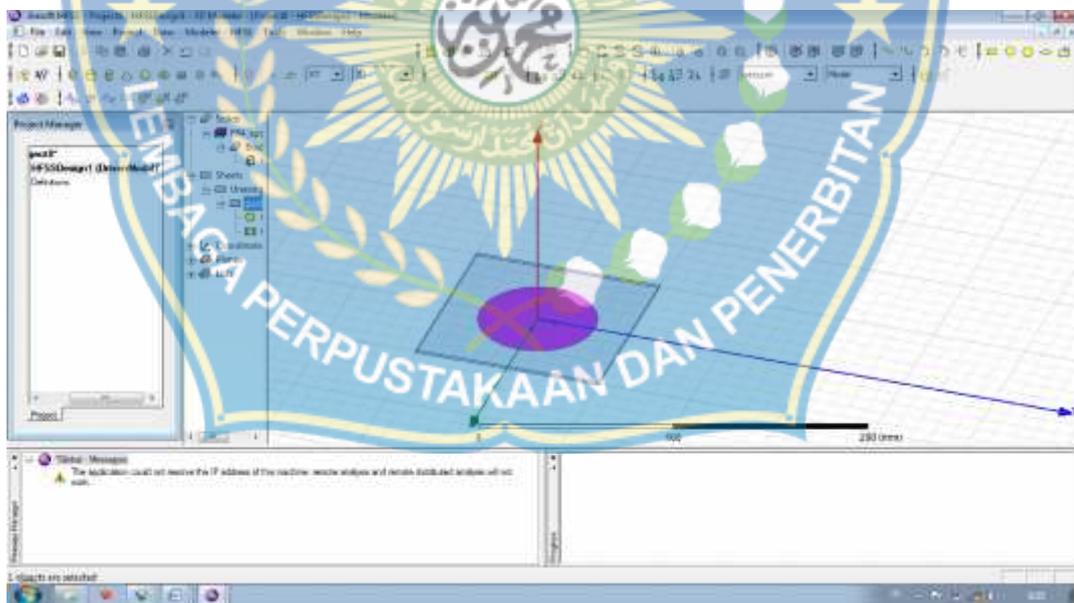
Gambar path antenna rectagular



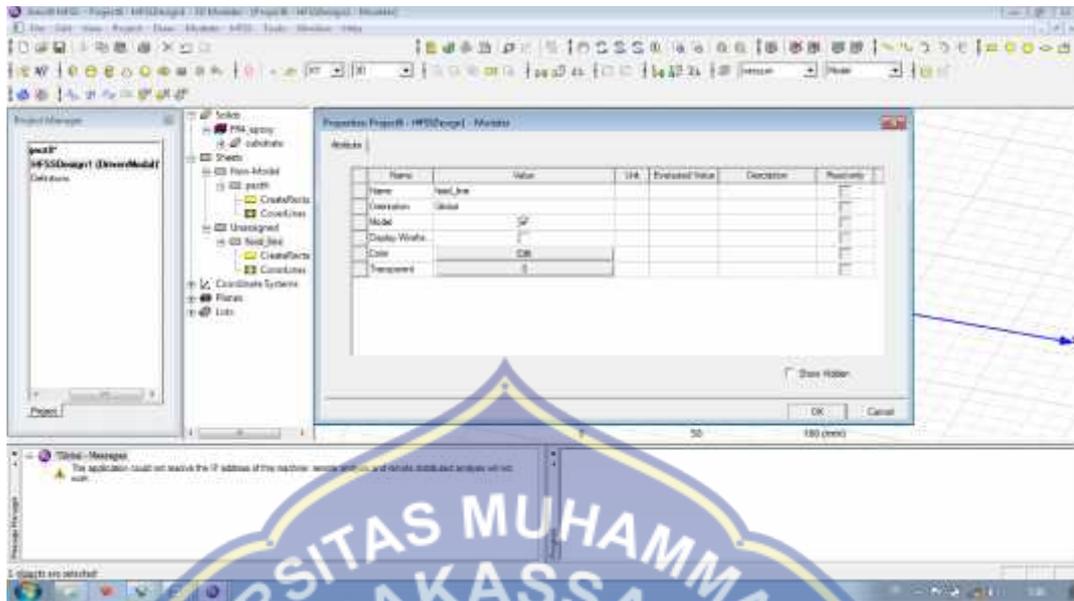
Gambar perancangan path antenna circular



Gambar Pengisian koordinat untuk letak dan besar path circular



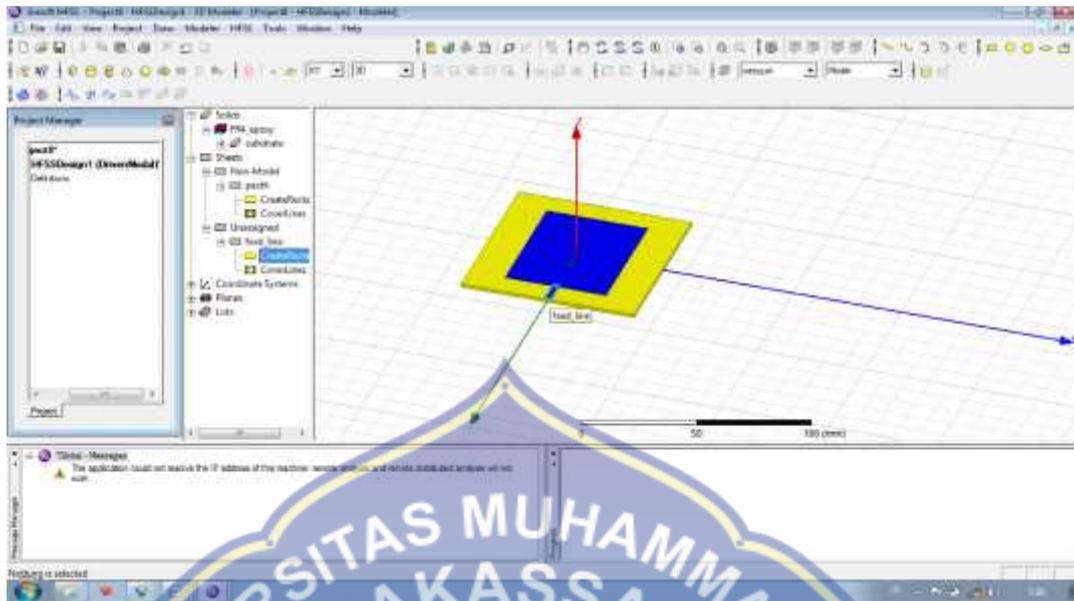
Gambar path antenna circular



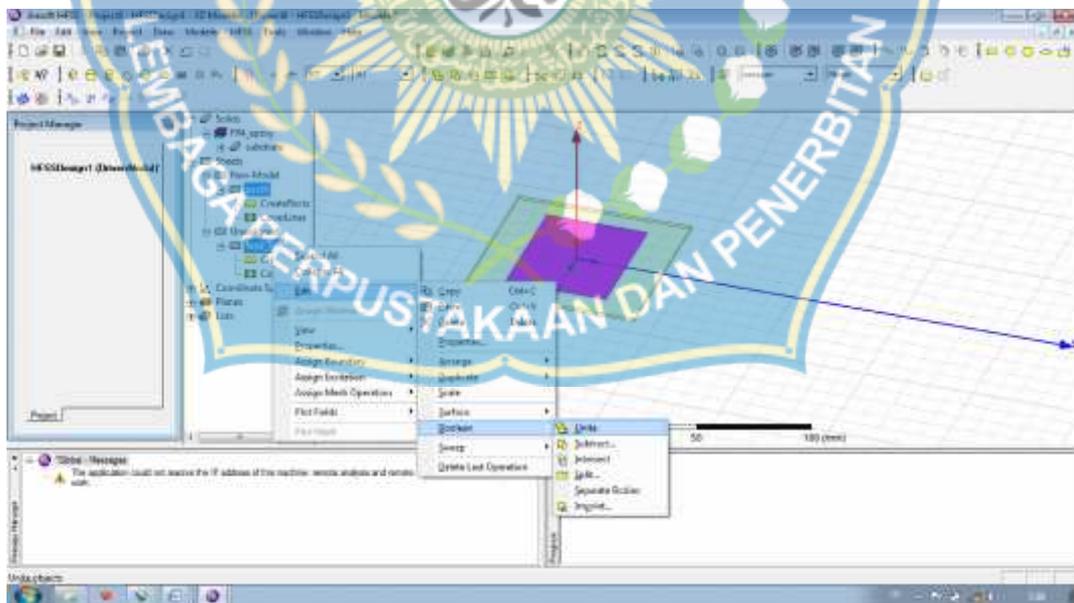
Gambar perancangan feedline antenna



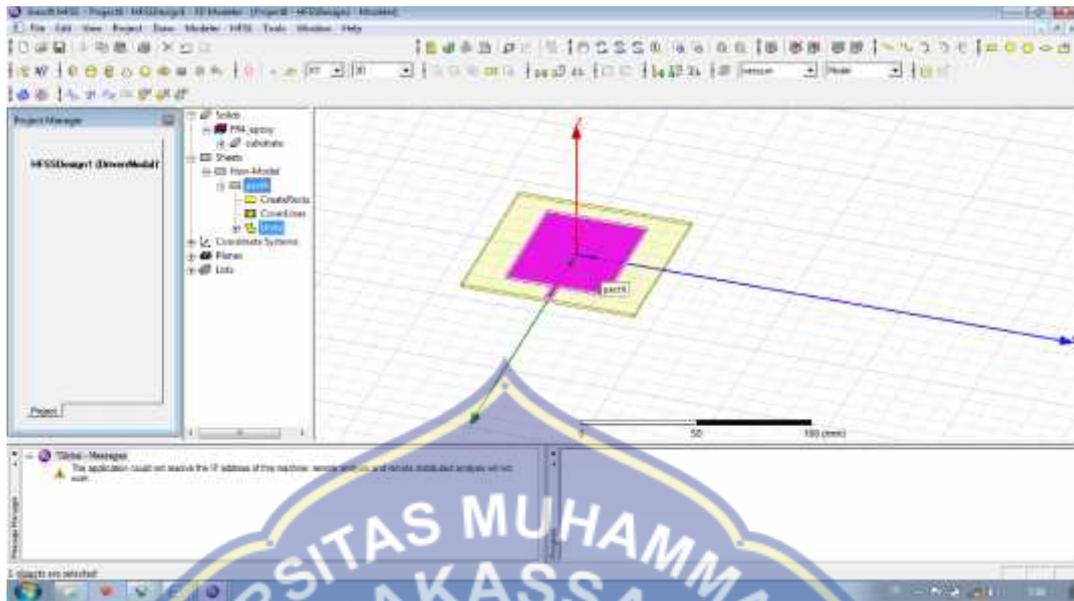
Gambar pengisian koordinat untuk letak dan besar feed line



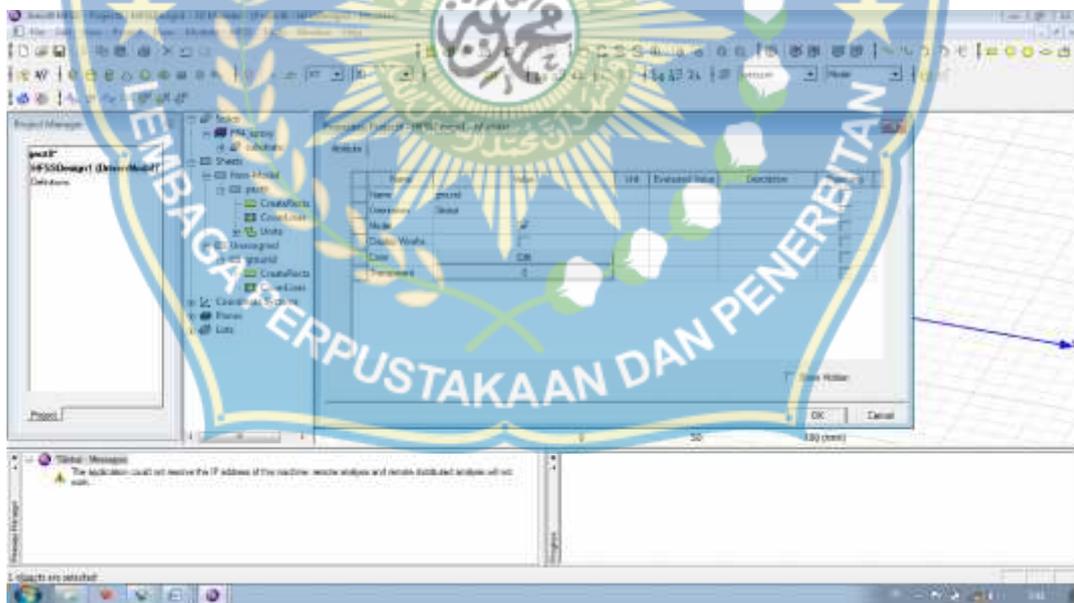
Gambar feed line antenna



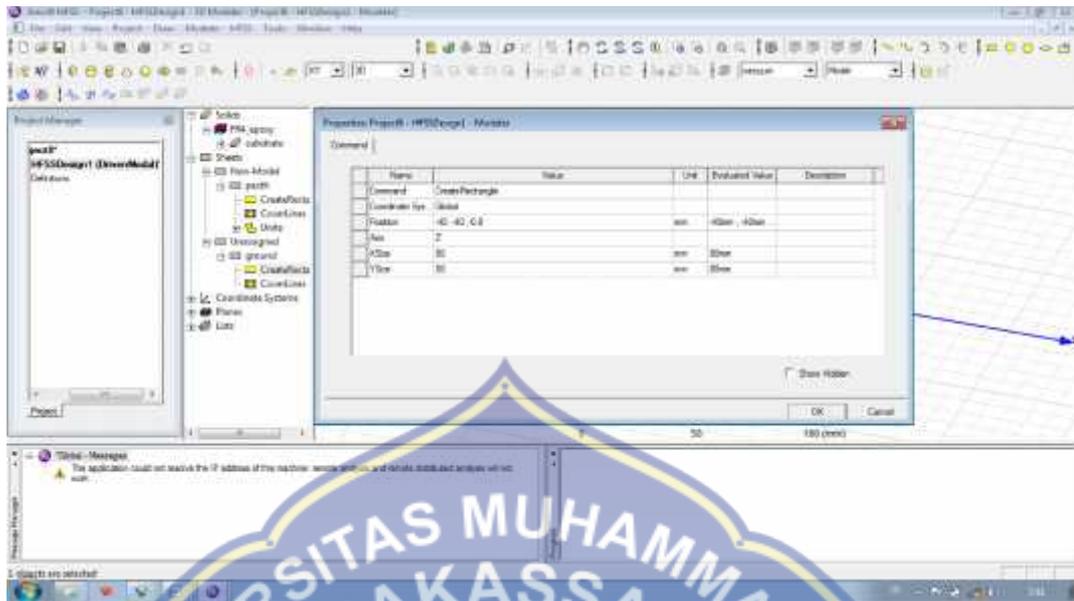
gambar proses menyatukan antara patch dan feed line



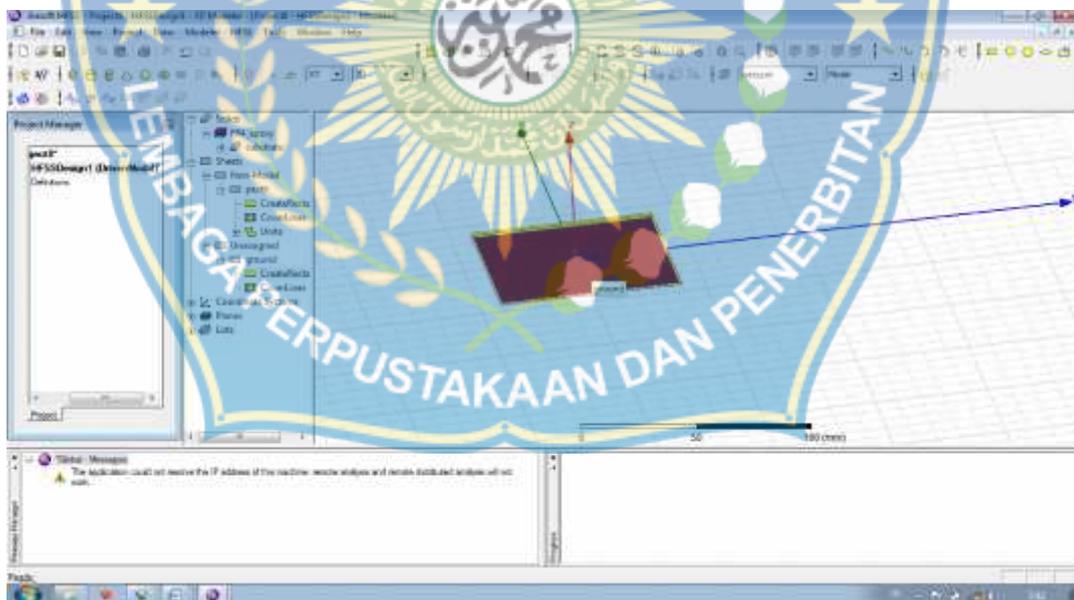
Gambar patch setelahdi satukan dengan feed line



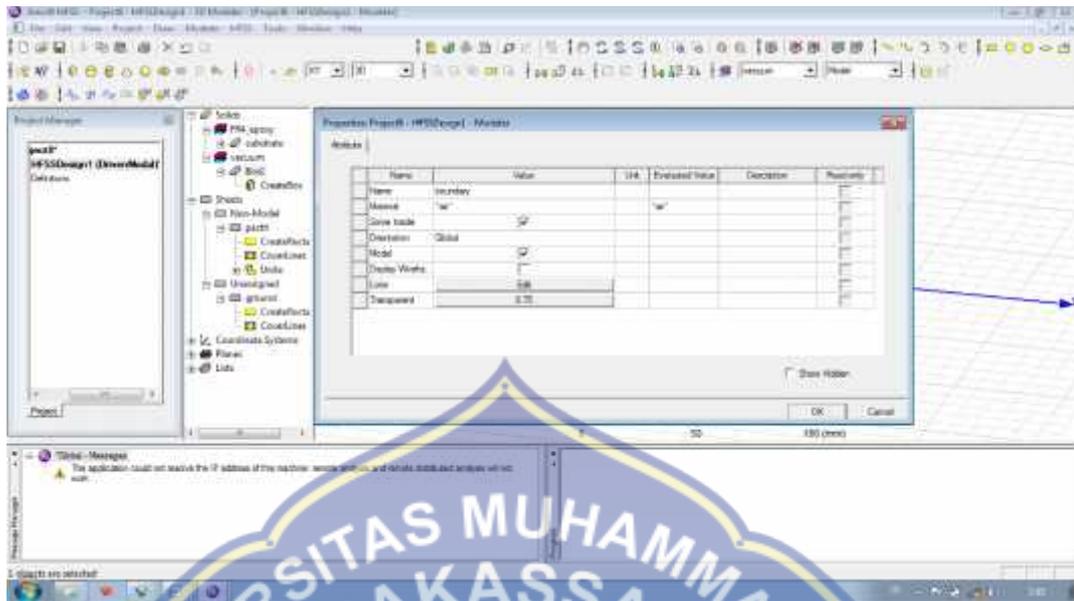
Gambar perancangan ground antenna



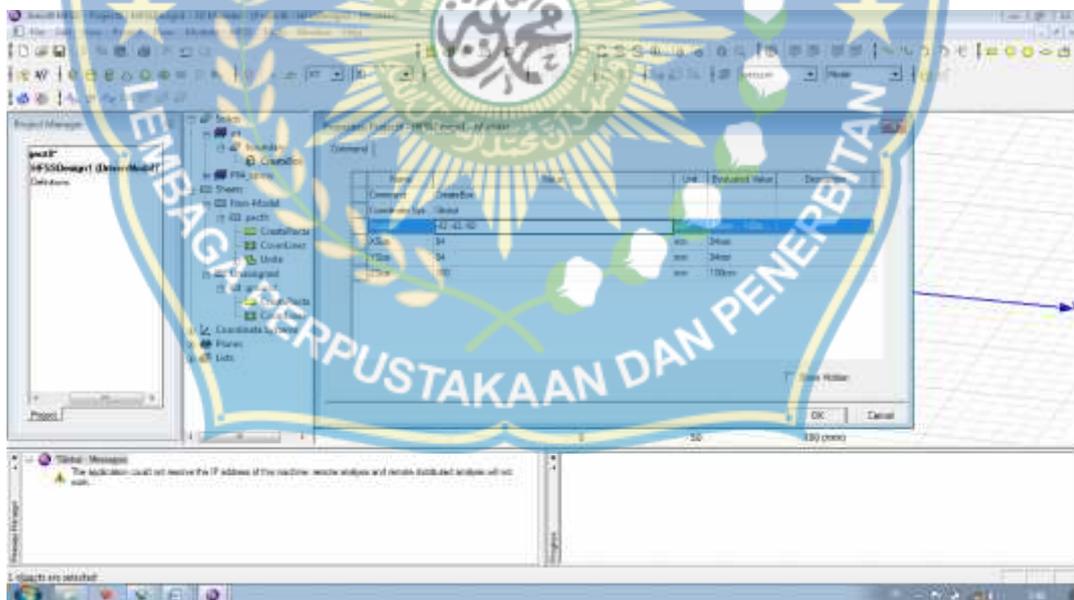
Gambar Pengisian koordinat untuk letak dan besar grond



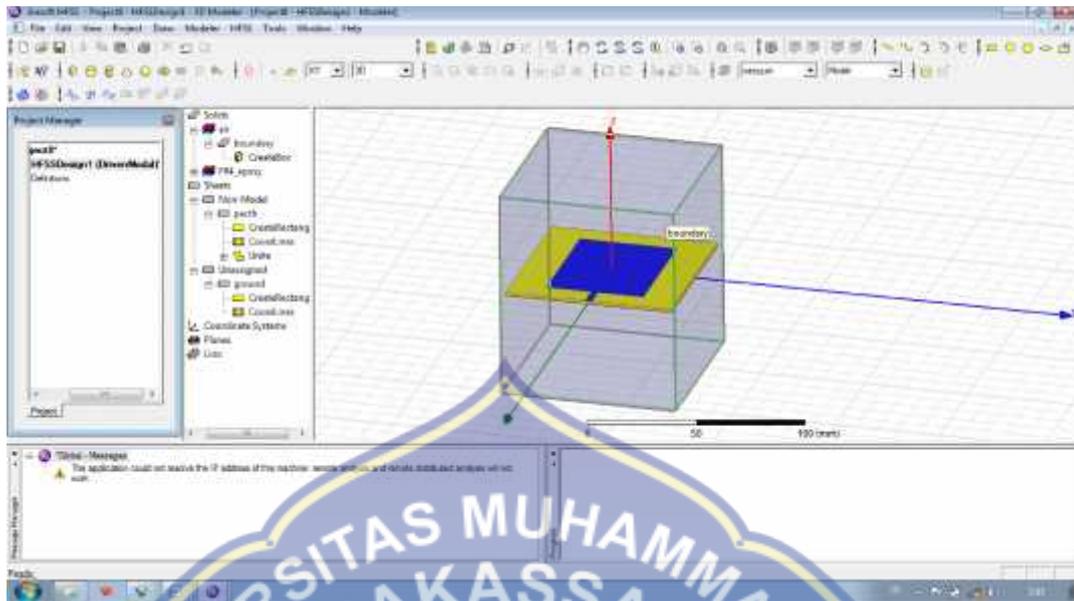
Gambar ground antenna



Gambar perancangan boundary antenna



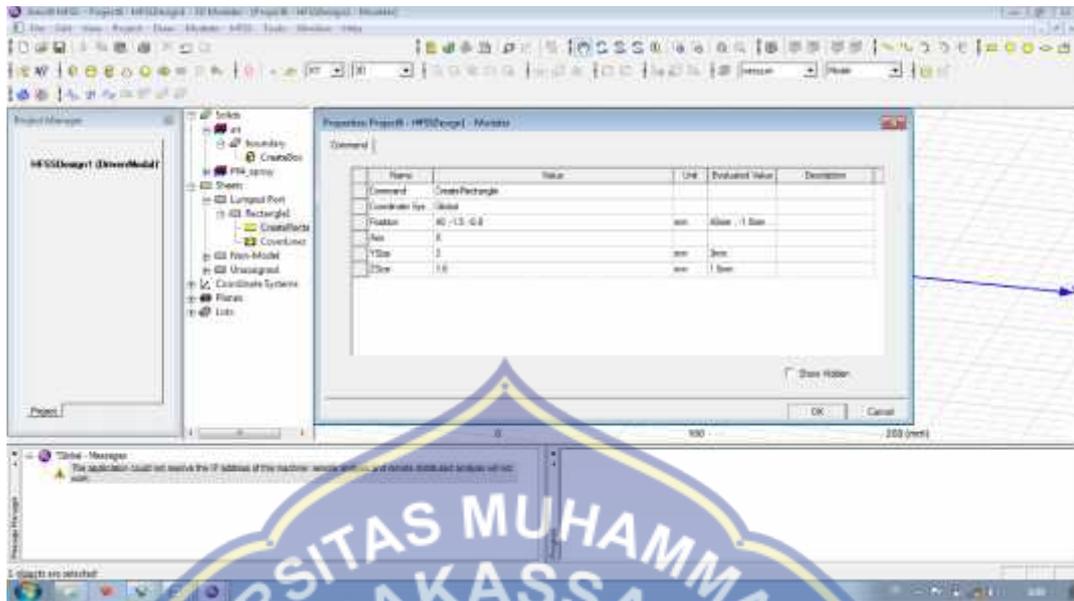
Gambar Pengisian koordinat untuk letak dan besar boundary



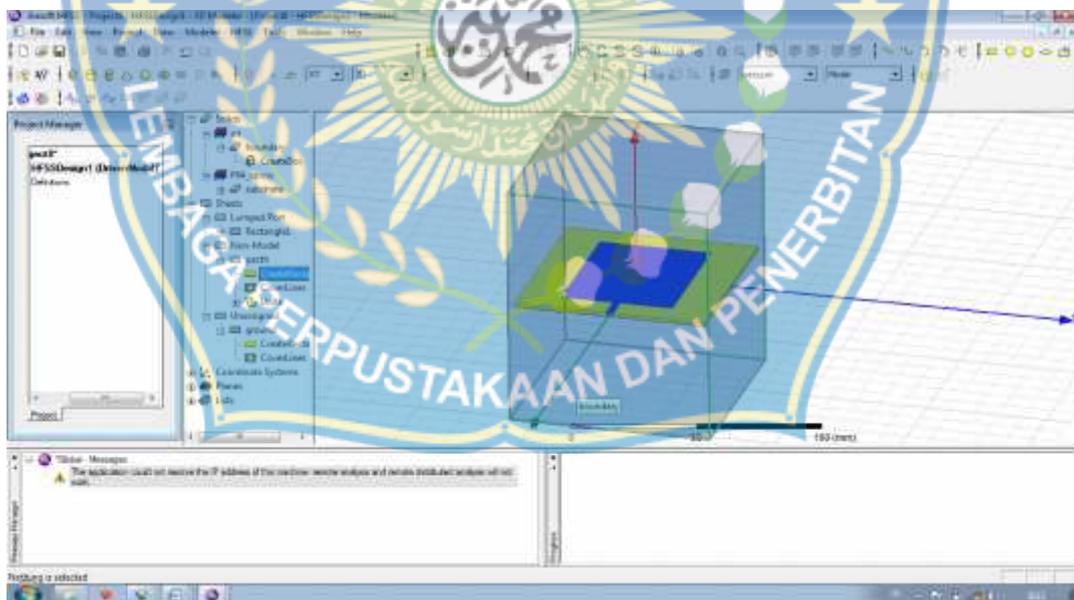
Gambar boundary antenna



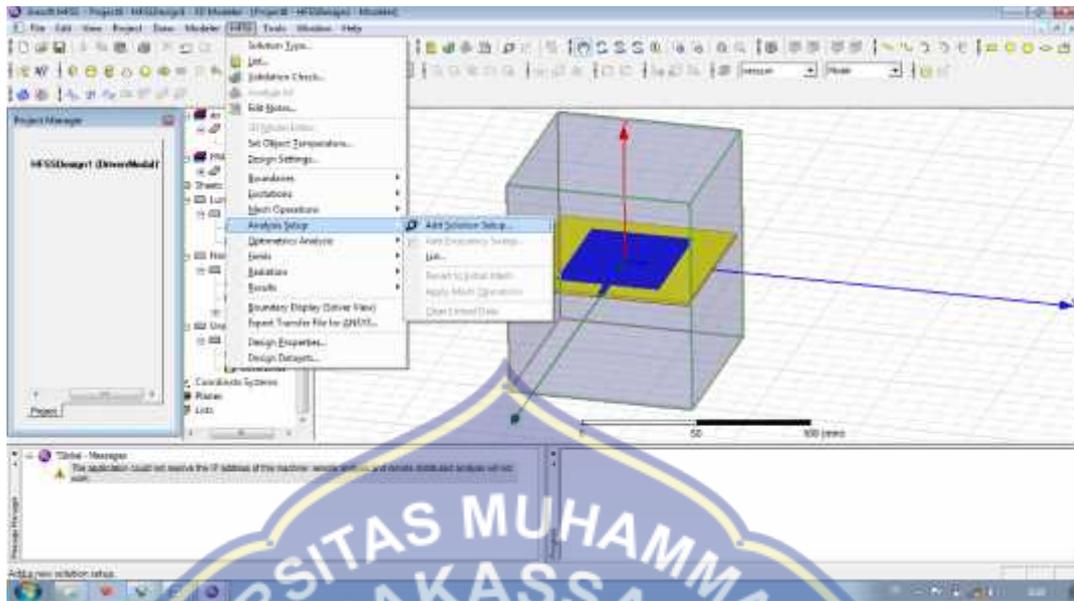
Gambar perancangan assign excitation



Gambar Pengisian koordinat untuk letak dan besar assign excitation



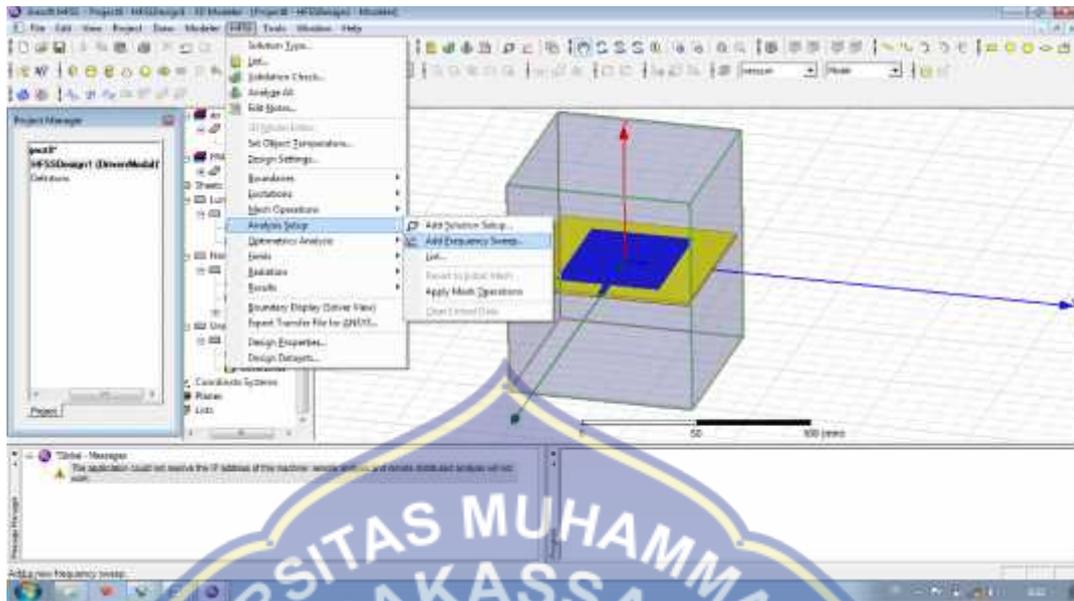
Gambar assign excitation



Gambar add solution setup



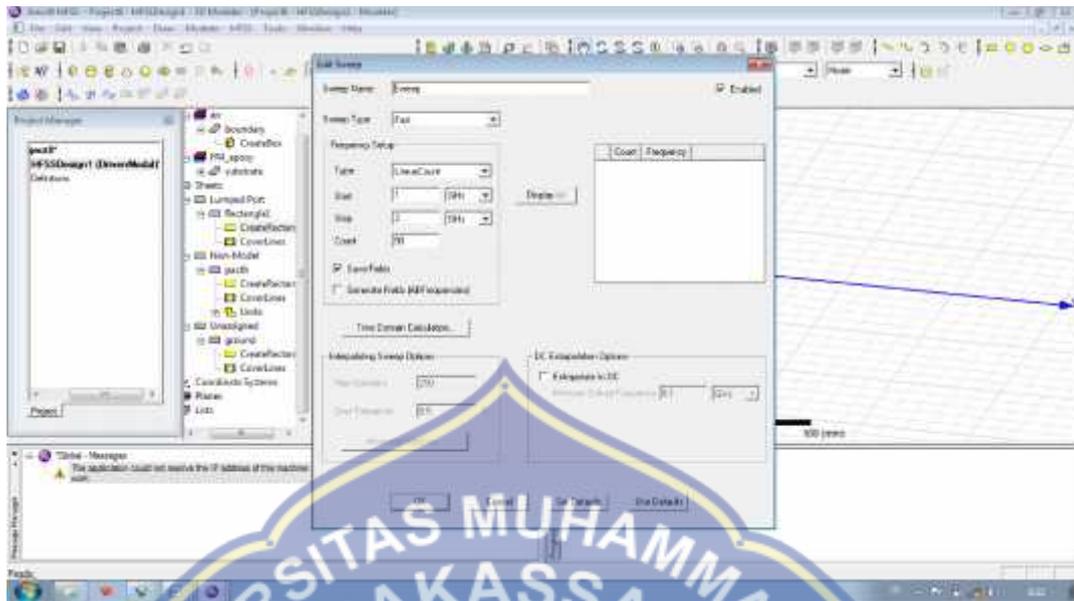
Gambar pengisian data add solution setup



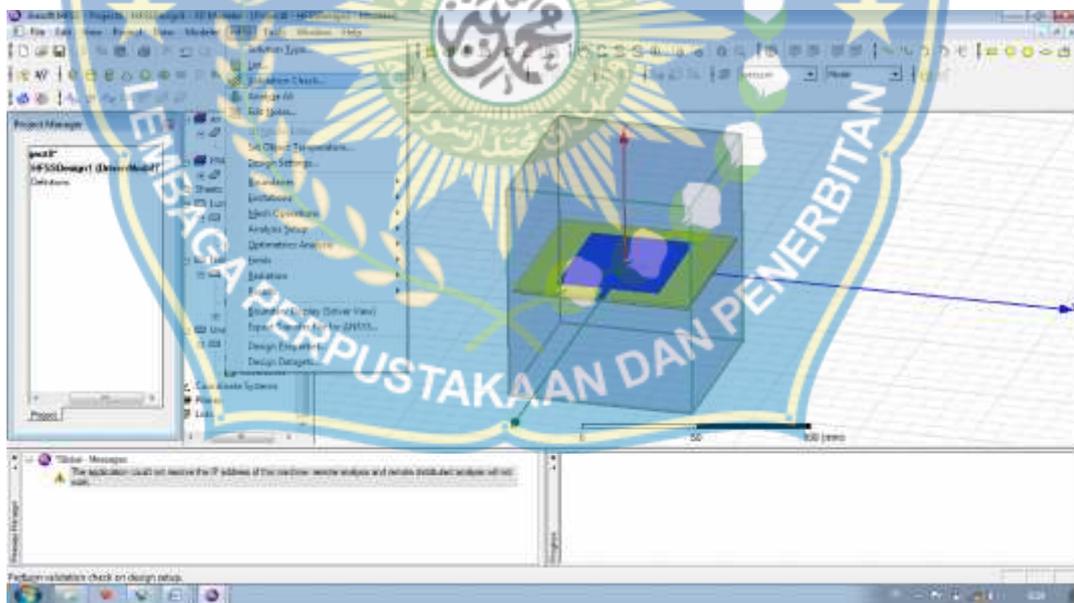
Gambar add frekuensi setup



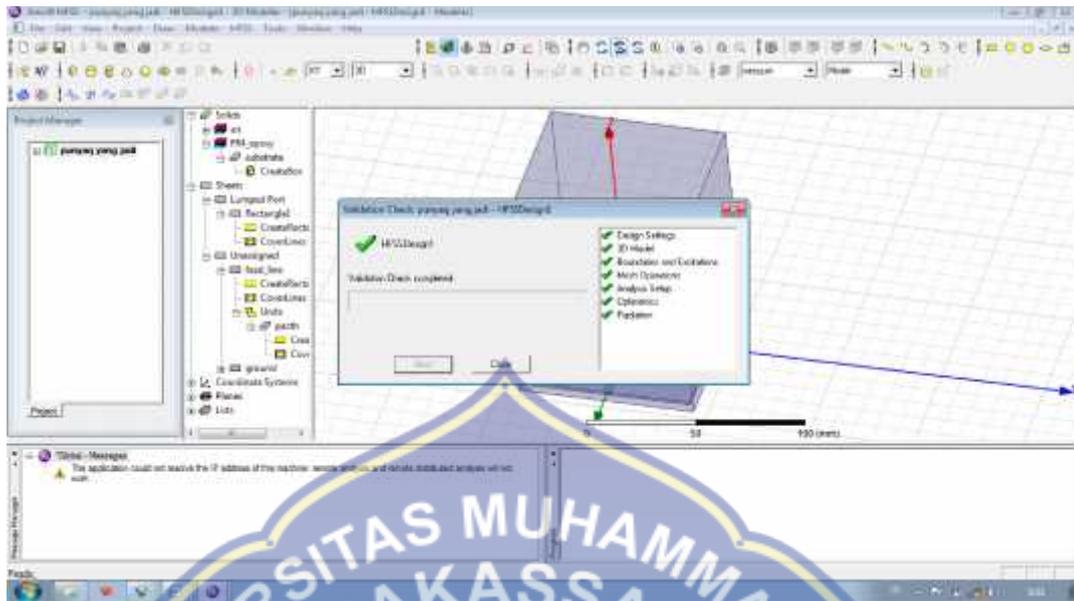
Gambar setup 1



Gambar pengisian data add frekuensi sweep



Gambar model antenna yang di hasilkan

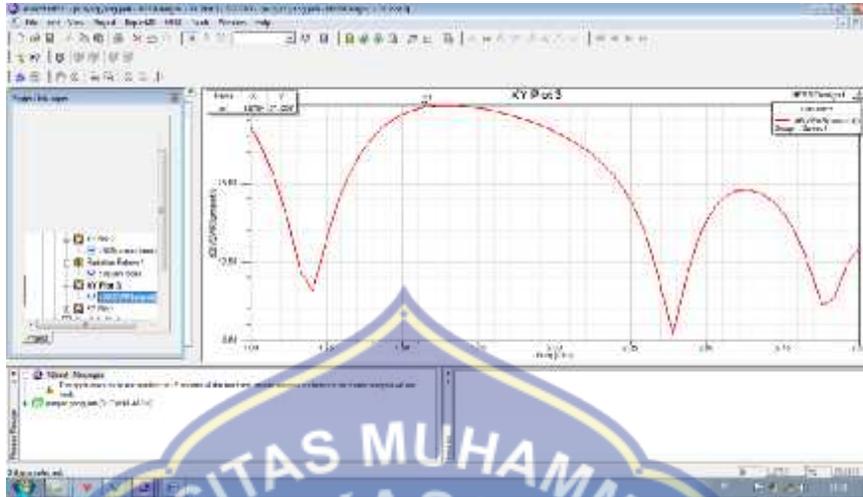


Gambar model antenna yang telah di validasi

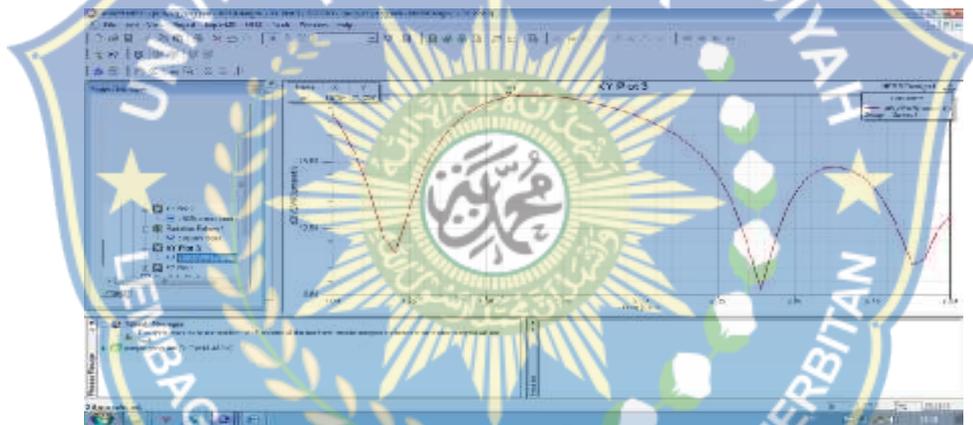


Gambar cara memproses antenna untuk mendapatkan hasil perancangan

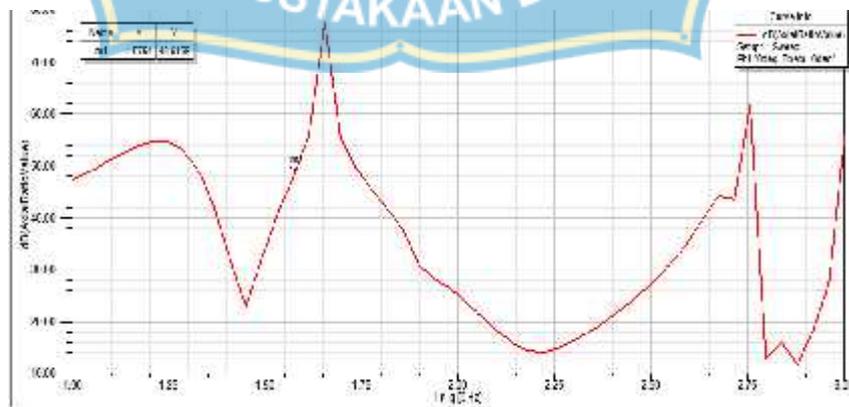
Gambar Hasil Simulasi dari Perancangan Antena Mikrostrip



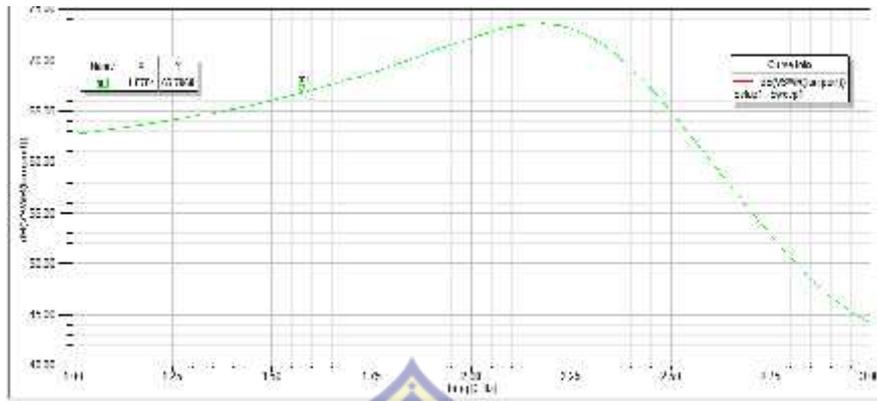
Gambar vswr dan frekuensi yang di dapat dari hasil perancangan



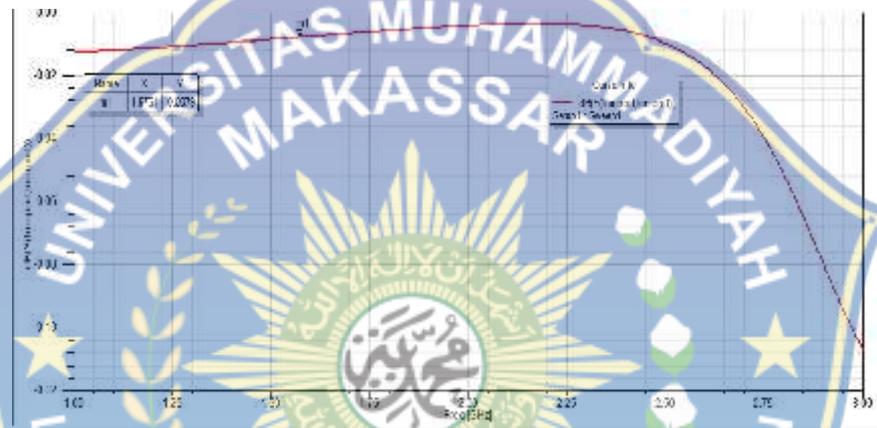
Gambar Scattering parameter ( $S_{11}$ ) antena *rectangular patch*



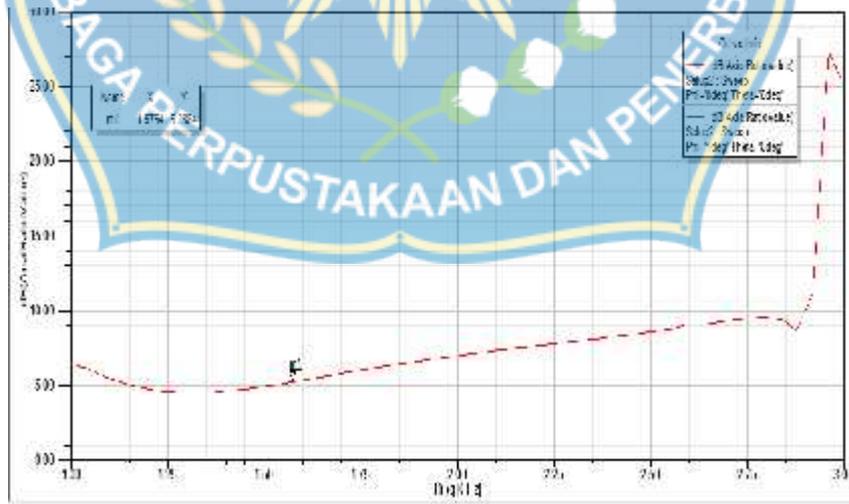
Gambar Scattering Parameter Axial Ratio antena *Rectangular Patch*



Gambar S11 dan Frekuensi yang di dapat dari hasil perancangan



Gambar Scattering Parameter ( $S_{11}$ ) Antena *Circular Patch*



Gambar Scattering Parameter Axial Ratio Antena *Circular Patch*