



**PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP 700 MHZ
MODEL *PATCH CIRCULAR* DENGAN METODE *LINEAR ARRAY*
SEBAGAI PENERIMA TV DIGITAL**

SKRIPSI

Oleh:

**Vicky Ainur Ridho
NIM 101910201099**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP 700 MHZ
MODEL *PATCH CIRCULAR* DENGAN METODE *LINEAR ARRAY*
SEBAGAI PENERIMA TV DIGITAL**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh :

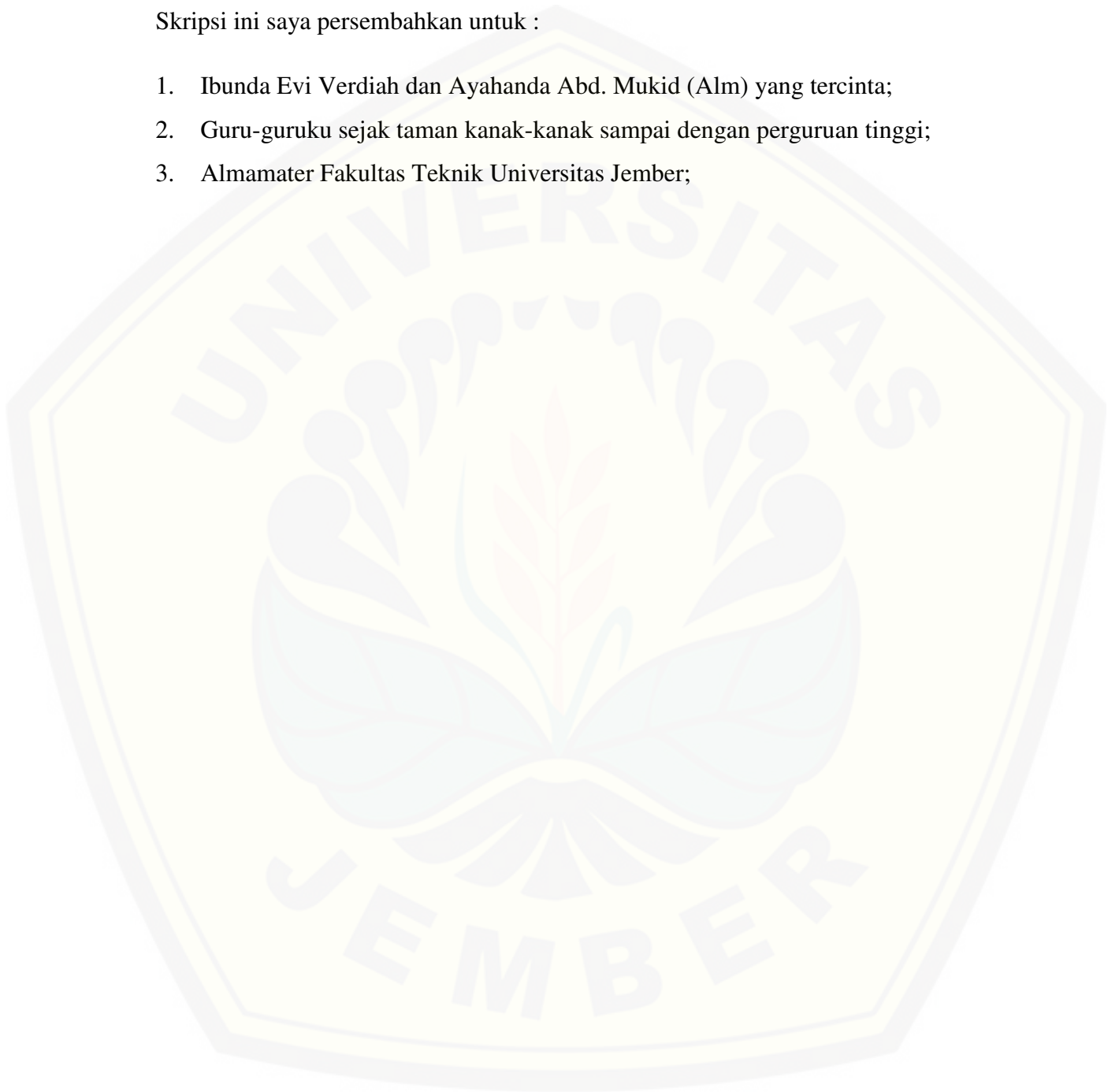
**Vicky Ainur Ridho
101910201099**

**PROGRAM STUDI STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Evi Verdiah dan Ayahanda Abd. Mukid (Alm) yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember;



MOTO

Kita berdoa kalau kesusahan dan membutuhkan sesuatu, mestinya kita juga berdoa dalam egembiraan besar dan saat rezeki melimpah
(Kahlil Gibran)

Keberhasilan ditentukan oleh 99 % perbuatan dan hanya 1 % pemikiran.
(Albert Einsten)

Tidak ada yang tidak mungkin, jika kamu percaya
(Anonim)

Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.
(terjemahan surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

Sing penting wani disek.
(Elektro 2010)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vicky Ainur Ridho

NIM : 101910201099

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 MHz Model *Patch Circular Dengan Metode Linear Array* Sebagai Penerima TV Digital” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Juli 2015
Yang menyatakan

Vicky Ainur Ridho
NIM 101910201099

SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP 700 MHZ
MODEL *PATCH CIRCULAR* DENGAN METODE *LINEAR ARRAY*
SEBAGAI PENERIMA TV DIGITAL**

Oleh

Vicky Ainur Ridho
NIM 101910201099

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Satryo Budi Utomo. S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dodi Setiabudi. S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsidenganjudul: **“Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 MHz Model *Patch Circular* Dengan Metode *Linear Array* Sebagai Penerima TV Digital”**telah diujidan disahkanoleh Jurusan Teknik Elektro, FakultasTeknik, UniversitasJember pada:

Hari :Selasa
Tanggal : 18 Agustus 2015
Tempat :FakultasTeknik Universitas Jember

TimPenguji

PembimbingUtama,

PembimbingAnggota,

Satryo Budi Utomo, S.T.,M.T.
NIP : 19850126 200801 1 002

Dodi Setiabudi., S.T., M.T.
NIP: 198405312008121004

Mengetahui

PengujiI,

PengujiII,

Bambang Supeno, S.T., M.T.
NIP: 19670113 199802 1 001

Ike Fibriani ST.,MT.
NIP: 19800207 201504 2 001

Mengesahkan,

Dekan FakultasTeknik, UniversitasJember.

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP : 19610414198902 1 001

**Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 MHz
Model *Patch Circular* Dengan Metode *Linear Array*
Sebagai Penerima TV Digital**

Vicky Ainur Ridho

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Teknologi digital pada media *broadcasts* salah satunya adalah televisi (TV), memiliki keunggulan salah satunya adalah tahan terhadap *noise*. Antena adalah salah satu komponen terpenting dari telekomunikasi digital. Berbagai macam antena telah banyak dikembangkan untuk beragam aplikasi, salah satunya adalah antena Mikrostrip. Pada penelitian ini dibuat antena Mikrostrip dengan metode *linear array* dengan 2 elemen *patch* berbentuk *circular* yang nantinya akan menggunakan kanal frekuensi 700 MHz. Tujuannya adalah sebagai penerima sinyal dari siaran televisi digital di daerah Jember dan Malang. Dari hasil penelitian didapatkan karakteristik dari antena yang dibuat memiliki besar *return loss* -23,1962 dB, *VSWR* 1,1487 dB, *gain* 2,8732 dBm dan *bandwidth* 17,5 MHz. Dengan karakteristik tersebut, antena mikrostrip dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 692 – 710 MHz.

Kata kunci : *Broadcast, mikrostrip, linear array.*

***Design and Realization of Microstrip Antenna 700MHz
Circular Patch model of Linear Array Method
As Digital TV Receiver***

Vicky Ainur Ridho

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Jember University*

ABSTRACT

Technology digital to be applied on broadcasting have an advantage it is resistant to noise. Antenna have been the most important components of digital telecommunication. Antenna has been developed for a variety of applications, one of which is the antenna Microstrip. In this study created an array antenna with linear method with two circular patch elements that will be using the 700 MHz frequency channels. The purposes of this study a receiver of broadcast digital television signals in Jember and Malang. The characteristics of the antenna built has return loss -23,1962 dB, VSWR 1.1487 dB, gain 2.8732 dBm and bandwidth 17.5 MHz. These characteristics, with the microstrip antenna can work well at frequencies from 692 to 710MHz.

Keywords : *Broadcast, microstrip, linear array.*

RINGKASAN

Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 Mhz Model *Patch Circular* Dengan Metode *Linear Array* Sebagai Penerima TV Digital; Vicky Ainur Ridho; 101910201099; 2015; 82 halaman;

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam dunia telekomunikasi, era digital mulai diterapkan pada media *broadcast* seperti televisi. Dimana telekomunikasi digital sangat dibutuhkan karena teknologi ini tahan terhadap *noise*. Salah satu bagian utama dalam sistem telekomunikasi digital adalah antena. Hal ini juga didukung dengan perkembangan antena yang dapat memenuhi kebutuhan teknologi tersebut. Berbagai antena yang telah banyak dikembangkan untuk beragam aplikasi, salah satunya adalah antena Mikrostrip. Antena mikrostrip mempunyai karakteristik yang kecil, ringan, tipis, mudah difabrikasi, dan dapat digunakan pada jarak yang sangat jauh dengan kisaran frekuensi dari 100 MHz sampai diatas 100 GHz.

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil. Namun antena mikrostrip juga memiliki kekurangan diantaranya *gain* rendah, *bandwidth* rendah, dan efisiensi yang rendah (Balanis, 2005).

Pada penelitian ini, mahasiswa mencoba memanfaatkan antena mikrostrip sebagai penerima TV digital dengan frekuensi 700 MHz dengan bentuk lingkaran atau *circular* yang masih jarang dilakukan karena sifatnya yang mempunyai *bandwidth* dan *gain* yang rendah. Oleh karena itu penulis mencoba meningkatkan nilai *bandwidth* dan *gain* dengan metode *linear array* karena memiliki kelebihan pada *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar dari antena mikrostrip.

Dalam perancangan dan pembuatan antenna, bahan yang digunakan dalam pembuatan antenna yaitu jenis substrat FR4 epoxy dengan ketebalan 1,6 mm dan konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) 4,4. Spesifikasi dari ukuran antenna *array* yaitu lebar *substrate* 243,48 mm, panjang *substrate* 327,8 mm, besar *patch* 60,6 mm, lebar *feed* 10 mm, panjang *feed* 60 mm, lebar *transformator* 2,83 mm, panjang *transformator* 61, lebar *waveport* 20 mm dan panjang *waveport* 10 mm.

Dari hasil pengujian secara simulasi menggunakan *software* Ansoft HFSS diperoleh parameter antenna *array* yang dirancang telah memenuhi spesifikasi antenna yang ditentukan, yaitu dengan nilai *return loss* -23,1962 dB, *bandwidth* 17,5346 Mhz, VSWR 1,1487 dB dan *gain* 2,8732 dBm.

Pada pengujian fungsi antenna *array*, pengujian dilakukan pada dua daerah yaitu daerah Jember dan daerah Malang. Prosedur dari pengambilan data pada pengujian ini dilakukan dengan melihat sinyal dan *channel* yang dapat ditangkap oleh antenna mikrostrip *linear array*. Pada pengujian pertama di daerah jember mahasiswa melakukan pengujian di beberapa tempat, yaitu Rembangan, Tegal Gede dan Mastrip, Tegal Boto. Dimana di daerah Rembangan sinyal yang dapat ditangkap 6 dengan 5 *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array*, sedangkan di daerah Tegal Gede sinyal yang dapat ditangkap 6 dengan 3 *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array* dan terakhir di daerah Mastrip, Tegal Boto sinyal yang dapat ditangkap 4 dengan 2 *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array*. Pada pengujian kedua di daerah Malang mahasiswa melakukan pengujian di beberapa tempat, yaitu Jl. Sudiro, Kota Batu, Jl. Moh. Hatta, Jl. Tlogo Mas dan Singosari. Dimana di daerah Jl. Sudiro sinyal yang dapat ditangkap 6 dengan 5 *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array*, selanjutnya di Jl. Moh. Hatta sinyal yang dapat ditangkap 4 dengan 3 *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array*, sedangkan di Jl. Tlogo Mas sinyal yang dapat ditangkap 4 dengan 3 *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array* dan pada daerah Singosari tidak ada sinyal dan *channel* yang dapat ditangkap antenna mikrostrip *linear array*.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis (skripsi) ini yang berjudul “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 Mhz Model *Patch Circular* dengan Metode *Linear Array* Sebagai Penerima TV Digital”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Satryo Budi Utomo, S.T. sebagai Dosen Pembimbing Utama, Dodi Setiabudi, S.T.,M.T., sebagai Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan arahan, bimbingan dan masukan selama penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Bambang Supeno, S.T.,M.T., sebagai Dosen Penguji I, Ike Fibriani, S.T.,M.T., sebagai Dosen Penguji II;
3. H.R.B. Moch. Gozali, S.T.,M.T., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan bimbingan selama menjalani kegiatan akademik;
4. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan arahan serta bimbingannya;
5. Ir. Widyono Hadi, M.T., sebagai Dekan Fakultas Teknik;
6. IbundaEvi Verdiah danAyahandaAbd. Mukid (Alm), yang selalu memberikan do’a, cinta dan kasih sayangnya mulai dari aku dilahirkan sampai saat ini bisa menjadi Sarjana Teknik;
7. Teman seperjuangan yaitu Nurdin, Iyek *alias* Farid, Gilang, Atmo *alias* Syuhada, Ival dan Septian., terimakasih atas kerja sama, kebersamaan dan bantuannya hingga terselesaikannya skripsi ini;
8. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2010, aku bangga menjadi angkatan 2010. “Saklawase Dulur”.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 23 Juli 2015

Penulis

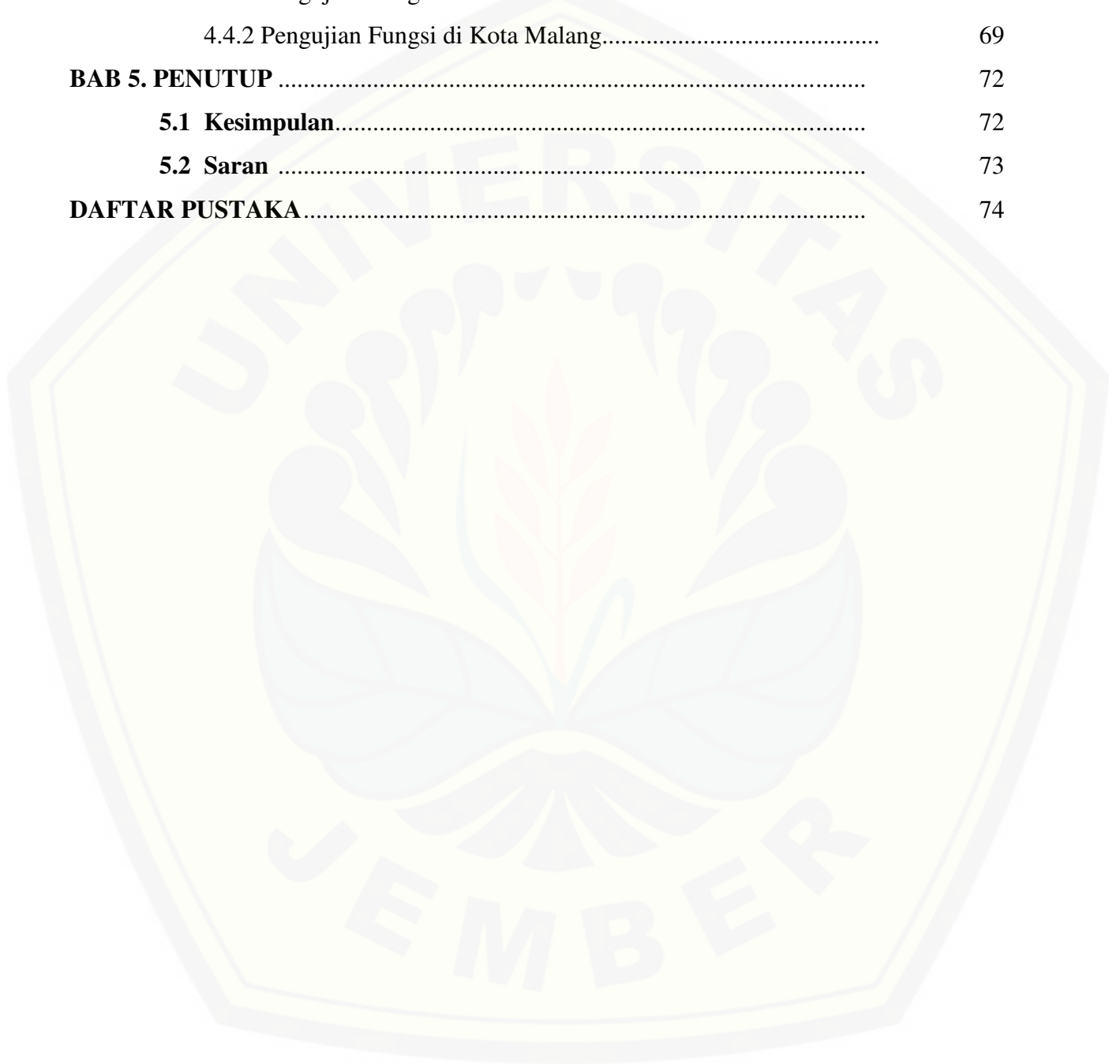


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Antena	6
2.3 Antena Mikrostrip.....	8
2.3.1 Struktur Antena Mikrostrip.....	10
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip.....	11
2.3.3 Antena mikrostrip lingkaran (<i>circular</i>)	12
2.3.4 Besaran-besaran antena mikrostrip.....	12
2.3.4.1 Gain.....	13
2.3.4.2 VSWR.....	13
2.3.4.3 <i>Return Loss</i>	14

2.3.4.4 <i>Bandwidth</i>	14
2.3.4.5 Pola Radiasi.....	15
2.3.4.6 Polarisasi.....	15
2.4 Teknik Pencatuan	17
2.4.1 <i>Coaxial Feeding</i>	18
2.4.2 <i>Microstrip Line Feed</i>	18
2.4.3 <i>Proximity Coupled Feeding</i>	19
2.4.4 <i>Aperture Coupled Feeding</i>	19
2.5 Antena Array	20
2.5.1 Dimensi <i>Patch</i> Antena.....	20
2.5.2 Dimensi Saluran Mikrostrip (<i>Feed Line</i>).....	21
2.5.3 Impedansi <i>Matching</i>	22
2.5.4 <i>T-Junction</i>	22
2.5.5 <i>Software Ansoft HFSS v12</i>	22
2.5.6 TV Digital.....	23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tempat Penelitian	26
3.2 Tahap Perancangan	26
3.3 Flowchart Penelitian	28
3.4 Blok Diagram Sistem	29
3.5 Model Pengujian dan Analisis	29
3.5.1 Pengujian Secara Simulasi.....	29
3.5.2 Pengujian Secara Aplikasi	30
3.6 Perancangan Dimensi Antena	30
3.6.1 Perancangan <i>Patch</i>	31
3.6.2 Perancangan Saluran Pencatu	33
3.6.3 Perancangan <i>T-Junction</i>	36
3.6.4 Perancangan Jarak Antar Elemen <i>Patch</i>	39
3.7 Desain Antena Array <i>Patch Circular</i>	40
3.8 Langkah-Langkah Perancangan Menggunakan HFSS	41
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Perancangan dan Analisis Antena	52
4.2 Hasil Pengujian Antena Secara Simulasi	57
4.2.1.1 Pengujian <i>Return Loss</i>	61

4.1.1.2 Pengujian VSWR.....	62
4.1.1.3 Pengujian <i>Bandwidth</i>	63
4.1.1.4 Pengujian <i>Gain</i>	63
4.3 Realisasi Antena Array.....	64
4.4 Pengujian Antena Secara Fungsi.....	65
4.4.1 Pengujian Fungsi di Kota Jember.....	65
4.4.2 Pengujian Fungsi di Kota Malang.....	69
BAB 5. PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA.....	74



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Matriks Penelitian	5
2.2 Pembagian Frekuensi Beberapa Wilayah di Jawa Timur.....	25
3.1 Standar Parameter Uji.....	28
3.2 Iterasi Saluran Pencatu.....	34
3.3 Iterasi <i>T-Junction</i>	37
4.1 Spesifikasi Awal Antena Mikrostrip.....	51
4.2 Iterasi Saluran Pencatu.....	52
4.3 Iterasi <i>T-Junction</i>	53
4.4 Spesifikasi Akhir Antena Mikrostrip.....	54
4.5 Data Hasil Pengujian Kota Jember.....	64
4.6 Data Hasil Pengujian Kota Malang.....	68

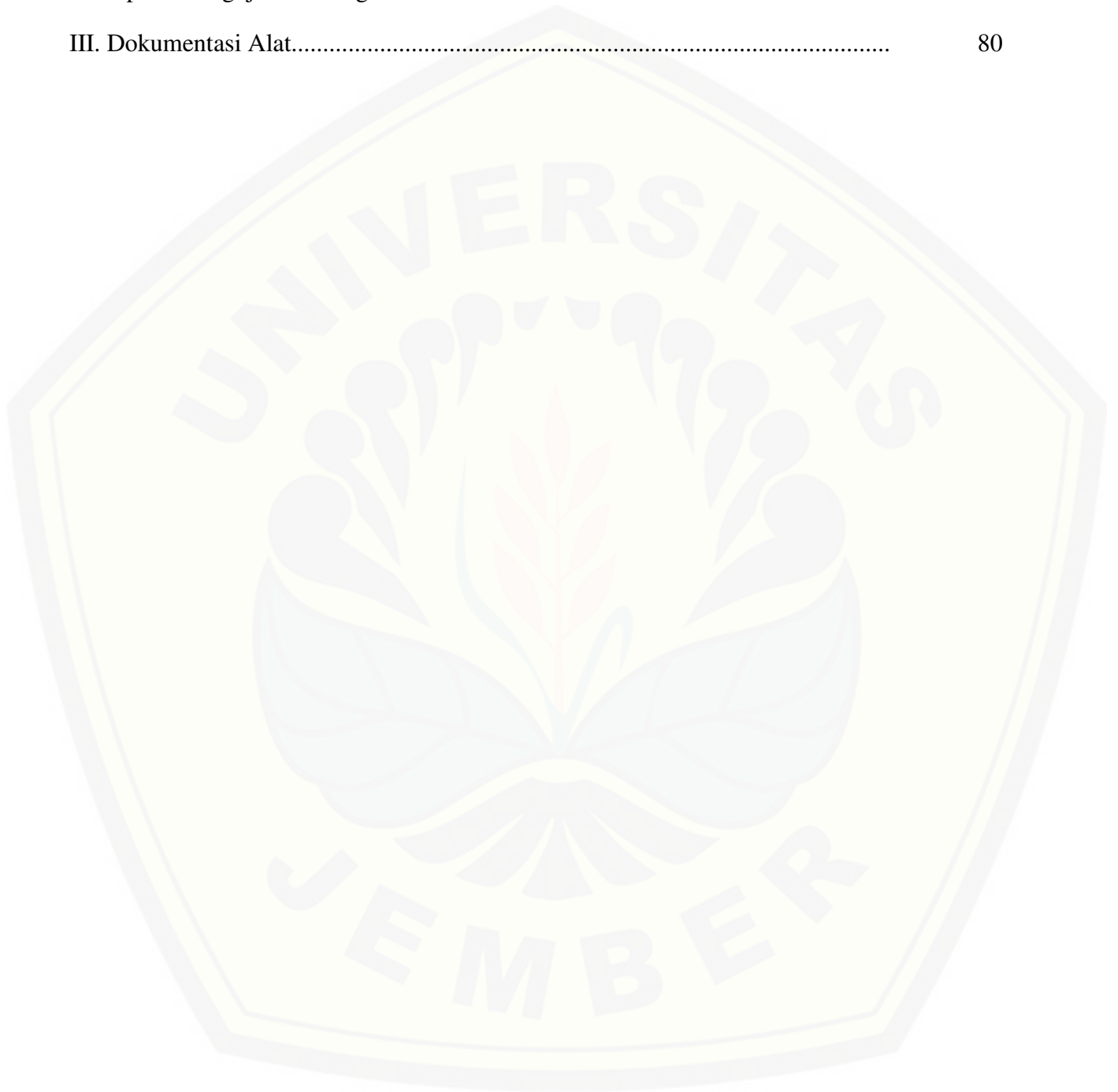
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Konsep Dasar Antena.....	7
2.2 Bentuk Patch Antena Mikrostrip.....	9
2.3 Struktur Antena Mikrostrip.....	10
2.4 Mikrostrip Patch Circular.....	12
2.5 Polarisasi Linier.....	16
2.6 Polarisasi <i>Elips</i>	16
2.7 Polarisasi Melingkar.....	17
2.8 <i>Coaxial Feeding</i>	18
2.9 <i>Microstrip Line Feeding</i>	19
2.10 <i>Proximity Coupled Feeding</i>	19
2.11 <i>Aperture Coupled Feeding</i>	20
2.12 Desain Geometri Antena Mikrostrip <i>Array</i>	21
2.13 <i>T-Junction Antena Mikrostrip Array</i>	22
2.14 Logo Ansoft HFSS.....	23
3.1 Flowchart Penelitian.....	27
3.2 Blok Diagram.....	28
3.3 Tampilan Program TXLine 2003 Untuk Dimensi Saluran Pencatu.....	34
3.4 Tampilan Program TXLine 2003 Untuk Dimensi <i>T-Junction</i>	37
3.5 Desain Antena <i>Array Patch Circular</i>	39
3.6 Tampilan Awal HFSS.....	40
3.7 HFSS <i>Options</i>	41
3.8 <i>Modeler Option</i>	41
3.9 Laman Awal HFSS.....	42
3.10 Solution Type.....	42
3.11 Pemilihan Jenis Bahan.....	43
3.12 Pembuatan Substrate.....	43
3.13 Tampilan <i>Ground</i>	44
3.14 <i>Perfect E</i> Pada <i>Ground Plane</i>	45
3.15 Pembuatan <i>Patch</i>	46
3.16 Pembuatan Saluran Pencatu.....	46
3.17 Pembuatan <i>Transformer</i>	47

3.18 <i>Perfect E</i> Pada <i>Patch</i> , <i>Feed Line</i> dan <i>Transformer</i>	48
3.19 Pembuatan <i>Waveport</i>	48
3.20 Penentuan Terminal.....	49
3.21 Antena Mikrostrip Dengan Daerah Radiasi.....	50
4.1 Antena Array <i>Patch Circular</i>	55
4.2 <i>Validation Check</i>	56
4.3 <i>Analysis Add Solution Setup</i>	57
4.4 <i>Edit Sweep</i>	58
4.5 <i>Result, Create Modal Solution Data Report</i>	58
4.6 <i>Rectangular Plot</i>	59
4.7 <i>Create Far Fields Report</i>	60
4.8 <i>Return loss</i>	61
4.9 <i>VSWR</i>	61
4.10 <i>Bandwidth</i>	62
4.11 <i>Gain</i>	63
4.12 <i>Prototipe</i> Antena Mikrostrip.....	64
4.13 Hasil <i>Capture TV Digital</i>	66
4.14 Hasil <i>Capture TV Digital</i>	59
4.15 Grafik Hubungan Ketinggian dan Sinyal Pada Antena Mikrostrip Serta Antena Referensi di Kota Jember.....	68
4.16 Hasil <i>Capture TV Digital</i>	70
4.17 Hasil <i>Capture TV digital</i>	70
4.18 Grafik Hubungan Ketinggian dan Sinyal Pada Antena Mikrostrip Serta Antena Referensi di Kota Jember.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
I. Capture Pengujian Jember	76
II. Capture Pengujian Malang	78
III. Dokumentasi Alat.....	80



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia telekomunikasi, era digital mulai diterapkan pada media *broadcast* seperti televisi (TV). Dimana telekomunikasi digital sangat dibutuhkan karena teknologi ini tahan terhadap *noise*. Telekomunikasi digital merupakan sistem komunikasi jarak jauh dengan sinyal yang telah didigitalisasi. Salah satu bagian utama dalam sistem telekomunikasi digital adalah antenna. Hal ini juga didukung dengan perkembangan antenna yang dapat memenuhi kebutuhan teknologi tersebut. Berbagai antenna yang telah banyak dikembangkan untuk beragam aplikasi, salah satunya adalah antenna Mikrostrip. Antenna mikrostrip mempunyai karakteristik yang kecil, ringan, tipis, mudah difabrikasi, dan dapat digunakan pada jarak yang sangat jauh dengan kisaran frekuensi dari 100 MHz sampai diatas 100 GHz.

Antenna mikrostrip merupakan antenna yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antenna jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antenna mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil. Namun antenna mikrostrip juga memiliki kekurangan diantaranya *gain* rendah, *bandwidth* rendah, dan efisiensi yang rendah (Balanis, 2005). Antenna mikrostrip mempunyai keuntungan dibandingkan antenna gelombang mikro konvensional, diantaranya memiliki dimensi ukuran yang kecil dan ringan dan mudah dalam pembuatan, hanya saja perlu ketelitian untuk membuatnya. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberi bermanfaat untuk penggunaan maupun penelitian dan pengembangan selanjutnya (Wahyu Wibowo, 2011).

Aplikasi teknologi antenna mikrostrip telah banyak digunakan, salah satu pengaplikasiannya yaitu sebagai antenna *wireless/hotspot* dengan frekuensi 2,4 GHz. Akan tetapi pada penelitian ini, mahasiswa mencoba memanfaatkan antenna mikrostrip sebagai penerima TV digital dengan frekuensi 700 MHz dengan bentuk lingkaran atau *circular* yang masih jarang dilakukan karena sifatnya yang

mempunyai *bandwidth* sempit dan *gain* yang rendah. Untuk bisa digunakan sebagai antena penerima TV haruslah mempunyai gain yang tinggi dan bandwidth lebar seperti antena yagi. Gain dari antena mikrostrip dapat diperbesar dengan menambah *patch* secara *array*. Oleh karena itu penulis mencoba meningkatkan nilai dari *gain* dan *bandwidth* dari antena mikrostrip dengan metode *array*. Ada beberapa macam konfigurasi antena *array*, diantaranya *linear*, *planar*, dan *circular*. Dari ketiga konfigurasi diatas, penulis mencoba merancang antena mikrostrip *patch circular* dengan metode *linear array* sebagai penerima TV digital karena teknik *linear array* memiliki kelebihan pada bandwidth dan *gain* yang lebih besar dari antena mikrostrip.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membuat antena mikrostrip *patch circular* yang tersusun secara *linear array* sebagai penerima TV digital?
2. Menganalisa dan mengevaluasi parameter antena agar tercapai *performance* yang terbaik, yaitu meliputi *gain*, *VSWR*, *return loss* dan *bandwidth*.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah, maka pembahasan pada Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut:

1. Hanya membahas antena mikrostrip *patch circular* dengan metode *linear array* secara umum.
2. Antena mikrostrip *linear array* yang dibuat digunakan pada frekuensi 700 Mhz dengan menggunakan perangkat lunak *Software HFSS* versi beta 12
3. Susunan antena secara *linear array* yang dibahas hanya 1 x 2.

4. Parameter – parameter yang diuji adalah *Gain*, *VSWR*, *Return Loss* dan *Bandwidth*.
5. Nilai parameter yang ingni dicapai gain > 3dB,return loss < -10 dB dan *VSWR* < 2.
6. Bahan yang digunakan untuk membuat antena adalah bahan substrat yaitu menggunakan PCB FR4.
7. Tidak dibahas tentang karakteristik alat ukur.
8. Ketebalan substrate yang digunakan memiliki ketebalan 1,6 mm.
9. Tidak membahas tentang modulasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari permasalahan diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk dapat membuat antena penerima TV digital dengan peradiasi *circularpatch* susun 2 elemen menggunakan *software* HFSS v12.
2. Untuk mengetahui parameter apa saja yang sangat berpengaruh dalam rancang bangun antena *linear array* 2 elemen *patch* yang digunakan pada frekuensi 700 Mhz.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya tentang antena mikrostrip sebagai penerima TV digital.
2. Skripsi ini dapat dijadikan referensi awal dalam penelitian selanjutnya tentang antena mikrostrip.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang disusunnya skripsi, rumusan masalah, tujuan pembahasan, manfaat yang ingin dicapai, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisikan tentang perbandingan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Sedangkan landasan teori berisikan teori dasar yang mendasari disusunnya suatu skripsi.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode-metode yang akan digunakan dalam proses penyusunan skripsi atau kajian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi. Kajian mencakup tempat dan waktu penelitian, serta metode yang digunakan.

BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang antena hasil yang telah dibuat dengan beberapa pengujian berdasarkan parameter uji yang telah ditentukan. Dalam bab ini akan ditentukan apakah antena hasil yang telah memenuhi standar yang diinginkan atau tidak.

BAB 5. PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil antena mikrostrip yang telah dibuat. Kesimpulan tersebut memenuhi dari kelebihan maupun kekurangan dari antena hasil beserta karakteristiknya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini, diuraikan tentang teori menjelaskan tentang *Antena Mikrostrip, Linear Array*, serta faktor-faktor pendukungnya. Beberapa teori yang ada di dalam subbab telah dibatasi agar pembahasan tidak terlalu melebar dan supaya terfokus pada teori yang dibutuhkan untuk penyelesaian permasalahan pada tugas akhir ini

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Matriks Penelitian

Masalah	Penyebab	Alternatif solusi	Referensi Jurnal	Nama
<i>Bandwidth</i> dan gain yang kecil	Elemen <i>patch</i> tunggal	Teknik <i>array</i>	rancang bangun antena mikrostrip 700 mhz model lingkaran sebagai penerima tv digital	Aminullah (2015)
Nilai <i>VSWR</i> yang kurang baik	Bentuk konfigurasi saluran pencatu yang mempengaruhi	Pencatuan <i>aperture coupled</i>	Studi perancangan saluran pencatu untuk antena mikrostrip <i>array</i> elemen 2x2 dengan pencatuan <i>aperture coupled</i>	Alfadil, Rambe (2014)
<i>Bandwidth</i> kurang memenuhi target	Sifat dasar antena mikrostrip yang memiliki <i>bandwidth</i> yang sempit atau < 1% dari frekuensi tengah.	Meningkatkan ketebalan <i>substrate</i> dan menggunakan teknik penyepadanan yang lain.	Antena <i>array</i> 4 <i>patch</i> mikrostrip <i>circular</i> pada frekuensi 2300-2400 MHz	Hardiati, Wahyu, Oktafiani (2011)
Nilai <i>gain</i> yang kurang optimal	Elemen <i>patch</i> tunggal	Teknik <i>planar array</i>	Analisis antena mikrostrip <i>patch</i> segiempat Dengan teknik <i>planar array</i>	Silalahi, Rambe (2013)
<i>Gain</i> yang kecil	Elemen <i>patch</i> tunggal	Teknik <i>array</i>	Rancang bangun antena mikrostrip untuk Penerima pada aplikasi <i>gps (global positioning System)</i>	Pratama (2013)

Dari penelitian yang telah dilakukan Aminullah (2013) antena mikrostrip memiliki kelebihan pada ukuran yang kecil daripada antena lainnya. Namun

antena mikrostrip juga memiliki kekurangan yaitu pada ukuran bandwidth dan gain yang kecil. Menurut Alfadil (2014) antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel di atas *groundplane* yang diantaranya terdapat bahan elektrik. Antena mikrostrip *array* adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan penggabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Pada teknik *array* memiliki kekurangan pada nilai *VSWR* yang kurang baik, hal ini disebabkan oleh bentuk konfigurasi saluran pencatu yang dipakai pada antena mikrostrip *array* elemen 2x2. Selain itu bentuk konfigurasi saluran pencatu akan mempengaruhi nilai gain yang dihasilkan. Menurut Pratama (2013) antena mikrostrip sangat mendukung untuk pengembangan antena pada aplikasi GPS penerima, karena efisiensi dari dimensi antena mikrostrip. Namun antena mikrostrip juga memiliki kelemahan pada nilai *gain* yang kecil, hal ini disebabkan karena antena mikrostrip menggunakan elemen *patch* tunggal.

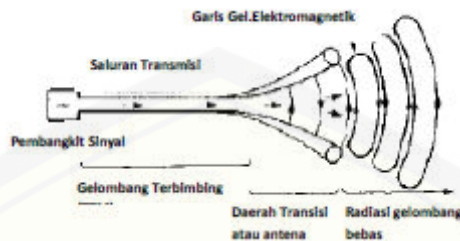
Dari penelitian sebelumnya mahasiswa ingin melakukan penelitian mengenai perancangan dan realisasi antena mikrostrip 700 MHz model *patch circular* dengan metode *linear array* sebagai penerima TV digital. Dengan penelitian ini diharapkan antena hasil perancangan dapat antena berfungsi sebagai *receiver* (penerima) TV digital memiliki *gain* yang lebih besar daripada antena mikrostrip *patch* tunggal, sehingga diharapkan dapat memberikan layanan yang lebih baik daripada antena mikrostrip elemen *patch* tunggal.

2.2 Antena

Menurut Rahmawati (2013), antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai dengan media kabel pencatunya.

Pada saat proses transmisi, gelombang elektromagnetik akan ditransmisikan sepanjang jalur transmisi dan menyebar ke udara. Jalur transmisi ini dapat berupa kabel koaksial, terkadang juga ditambahkan dengan pipa untuk

memperluas jalur transmisi dan dikenal sebagai gelombang terbimbing (*wave guide*).



Gambar 2.1. Konsep Dasar Antena
(Sumber : Dwi, 2011)

Kinerja dan daya guna suatu antenna dapat dilihat dari nilai parameter-parameter antenna tersebut dimana parameter tersebut saling berhubungan. Parameter ini biasanya digunakan untuk menganalisa suatu antenna. Adapun parameter antenna tersebut diantaranya :

1. Diagram Radiasi

Merupakan besaran yang menentukan ke arah sudut mana sebuah antenna memancarkan/mendistribusikan energinya.

2. Directivitas (D)

Merupakan besaran yang menyatakan perbandingan antara kerapatan daya maksimal dengan kerapatan rata-rata.

3. *Gain* (G)

Gain menentukan seberapa besar sebuah antenna memfokuskan energi pancarnya. Untuk mendapatkan nilai Gain, kita dapat mengalikan besar direktivitas dengan efisiensi antenna.

4. Polarisasi

Menyatakan arah dan orientasi dari medan listrik dalam perambatannya dari antenna pemancar.

5. *Return Loss*

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi karena adanya diskontinuitas di antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena).

6. Impedansi

Impedansi input suatu antenna adalah impedansi pada terminalnya. Impedansi input akan dipengaruhi oleh antenna-antenna lain atau obyek-obyek yang dekat dengannya.

7. *Bandwidth*

Merupakan lebar pita frekuensi, di interval ini kinerja antenna masih sesuai dengan data-data yang diberikan

2.3 Antena Mikrostrip

Menurut Constantiene A. Balanis (2005: 812), Antena mikrostrip mendapat perhatian yang cukup besar yaitu ditahun 1970an meskipun ide dasar pembuatannya yaitu tahun 1953 dan mendapatkan hak paten tahun 1955. Antena mikrostrip merupakan antenna kecil berbentuk lempengan yang dapat dibuat dari plat PCB. PCB dapat dengan mudah kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa lajur-lajur pipih yang terletak diatas substrat.

Salah satu antenna yang paling populer saat ini adalah antenna mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antenna mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran. Ukurannya yang kecil dan beratnya yang ringan membuat jenis antenna ini sederhana untuk dibuat dan mudah untuk diintegrasikan.

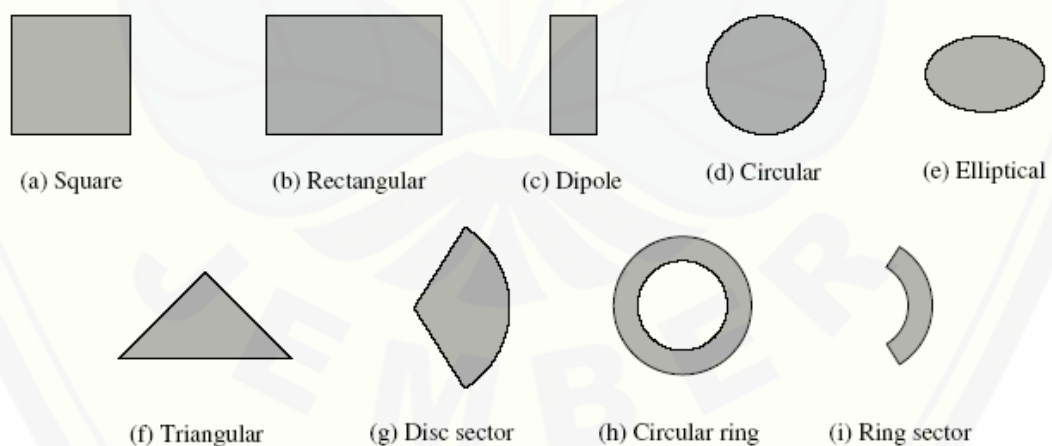
Beberapa kemajuan pada area penelitian ini mulai menghasilkan perkembangan antenna praktis untuk pertama kalinya. Bentuk paling sederhana dalam peralatan mikrostrip adalah berupa sisipan dua buah lapisan konduktif yang saling paralel yang dipisahkan oleh suatu substrat dielektrik. Konduktor bagian atas adalah potongan metal yang tipis (biasanya tembaga atau emas) yang merupakan fraksi kecil dari suatu panjang gelombang. Konduktor bagian bawah

adalah bidang pentanahan yang secara teori bernilai tak hingga. Keduanya dipisahkan oleh sebuah substrat dielektrik yang non magnetik.

Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki masa ringan, mudah untuk difabrikasi, dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil.

Antena mikrostrip sudah banyak diterapkan diberbagai media elektronik, seperti *handphone*, laptop (*netbook* dan *notebook*), televisi, dsb. Hal tersebut membuktikan bahwa antena mikrostrip memiliki tempat tersendiri bagi pengembangan teknologi nantinya. Antena mikrostrip dipilih karena bentuknya yang kecil dan ringan sehingga dapat diletakkan dimanapun dan membuat perangkat yang menggunakannya tampak lebih rapi dan praktis. Kegunaan lain, antena ini dapat dibawa kemanapun, sehingga kedepannya dapat diaplikasikan pada kendaraan berjalan.

Antena mikrostrip dikenal dalam beberapa macam bentuk *patch*, seperti: persegi panjang (*rectangular*), persegi (*square*), lingkaran (*circular*), *elips* (*elliptical*), segitiga (*triangular*), dan *circular ring*.



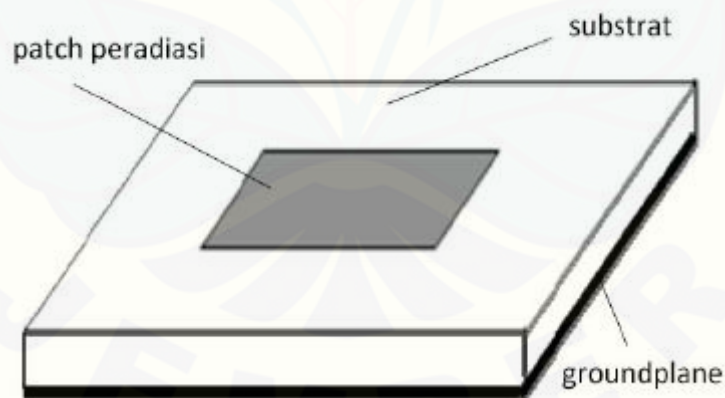
Gambar 2.2 Bentuk *Patch* Antena Mikrostrip
(Sumber : Balanis, 2005)

2.3.1 Struktur Antena Mikrostrip

Dalam pembuatannya, antena mikrostrip terdiri atas tiga elemen, yaitu peradiasi (*radiator*), elemen substrat (*substrate*) dan elemen pertanahan (*ground*).

1. *Paradiasi*, bagian yang berfungsi untuk meradiasi gelombang elektromagnetik dan terbuat dari lapisan logam (metal) yang memiliki ketebalan tertentu. *Patch* dapat berbentuk lingkaran, persegi panjang, dan segitiga.
2. *Substrate* berfungsi berfungsi sebagai bahan dielektrik dari antena mikrostrip yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pentanahan. Elemen ini memiliki jenis yang bervariasi yang dapat digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalannya (h). Kedua nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth*, dan juga efisiensi dari antena yang akan dibuat.
3. *Ground* yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai *reflektor* yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan

Gambar 2.2 memperlihatkan struktur dasar dari antena mikrostrip yang tersusun atas *patch*, *substrate* dan *groundplane*



Gambar 2.3 Struktur Antena Mikrostrip
(Sumber: Natalia, 2013)

Pada dielektrik substrat terdapat parameter h yang merupakan ketebalan dari substrat, *loss tangent* ($\tan \delta$) yang merupakan rugi rugi dielektrik dan ϵ_r yang merupakan konstanta dielektrik substrat. Ketiga konstanta tersebut sangat penting pada saat perancangan antena.

Hal penting lainnya dalam perancangan antena mikrostrip adalah panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan. Gelombang elektromagnetik saat ini aplikasinya banyak digunakan untuk membantu kehidupan manusia, seperti komunikasi *wireless*, antena, radar, dan lain-lain. Panjang gelombang elektromagnetik dapat dicari dengan menggunakan Persamaan berikut :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

λ_0 = panjang gelombang (mm)

c = kecepatan cahaya (m/s)

f = frekuensi (Hz)

2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Antena Mikrostrip

Bentuknya yang *low profile* membuat antena mikrostrip dapat diintegrasikan pada berbagai bidang permukaan, sederhana dan tidak mahal untuk diproduksi dengan menggunakan teknologi sirkuit modern, secara mekanik tangguh pada saat diintegrasikan pada permukaan yang kasar, dan sangat baik dalam frekuensi resonansi, polarisasi, bentuk dan impedansi. Jenis antena ini dapat diintegrasikan pada permukaan yang memerlukan performansi yang sangat tinggi seperti pada pesawat terbang, pesawat antariksa, satelit, misil, mobil bahkan pada telepon genggam.

Secara garis besar antena mikrostrip memiliki kelebihan, yaitu:

1. Dimensi antena yang kecil
2. Bentuknya yang sederhana memudahkan proses perakitan
3. Tidak memakan biaya besar pada proses pembuatan
4. Kemampuan dalam *dual frequency* dan *triple frequency*
5. Dapat diintegrasikan pada *microwave integrated circuit* (MIC)

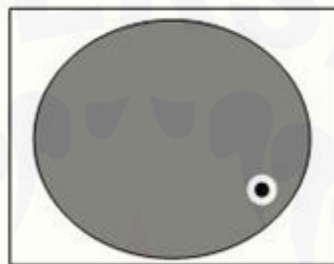
Namun demikian, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan seperti :

1. Efisiensi yang rendah
2. *Gain* yang rendah
3. *Bandwidth* yang sempit

- 4. Daya (*power*) yang rendah
- 5. Radiasi yang berlebih pada proses pencatuan

2.3.3 Antena mikrostrip lingkaran (*circular*)

Antena mikrostrip bentuk lingkaran (*circular*) merupakan antena yang terbuat dari plat PCB dengan penampang tembaga berbentuk lingkaran. Bentuk lingkaran tersebut banyak dipilih karena mudah dalam proses analisis dan perancangan.



Gambar 2.4. Mikrostrip *patch circular*
(Sumber: Balanis, 2005)

Dalam proses mendisain antena mikrostrip lingkaran ini, terdapat beberapa tahap dalam perhitungannya sehingga dapat diketahui berapa dimensi dan jari-jari antena mikrostrip. Rumus perhitungan tersebut dapat terlampir:

$$a_{eff} = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2} \dots\dots\dots(2.2)(Cahyadi.2013)$$

$$a = \frac{F}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}} \dots\dots\dots (2.3) (Cahyadi.2013)$$

Dimana:

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{fr \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.4) (Cahyadi.2013)$$

Dengan spesifikasi:

ϵ_r , fr (dalam Hz) dan h (dalam cm)

2.3.4 Besaran-besaran antena mikrostrip

Pada antena mikrostrip lingkaran, terdapat beberapa parameter yang harus diketahui. Parameter-parameter tersebut dapat digunakan sebagai pengganti pengujian secara matematis. Besaran tersebut yaitu *Gain*, *VSWR*, *Return Loss*, Pola radiasi, *Bandwidht* dan Polarisasi.

2.3.4.1 Gain

Gain adalah perbandingan antara rapat daya persatuan 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:

$$G = \eta \times D \dots\dots\dots (2.5)$$

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 4π . Absolute gain ini dapat dihitung dengan rumus:

$$Gain = 4\pi \frac{U(\theta,\phi)}{P_{in}} \dots\dots\dots (2.6)$$

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 diantara kedua antenna itu. Akan tetapi, antenna referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless*. Secara rumus dapat dihubungkan sebagai berikut :

$$Gain = 4\pi \frac{U(\theta,\phi)}{P_{in(lossless)}} \dots\dots\dots (2.7)$$

2.3.4.2 VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

Bila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan pengirim 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 daya refleksi. VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum $|V|_{max}$ dengan minimum $|V|_{min}$. 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 (Γ) :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \dots\dots\dots (2.8)$$

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

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \dots\dots\dots (2.9)$$

2.3.4.3 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^-) dibandingkan 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, akan tetapi kaitannya dengan pengaplikasian pada antenna, *return loss* dapat ditentukan < -20 dB.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.3.4.4 Bandwidth

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kerja yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, beamwidth axial ratio) memenuhi spesifikasi standard.

Bandwidth (BW) antenna biasanya ditulis dalam bentuk persentase *bandwidth* karena bersifat relatif lebih konstan terhadap frekuensi dan dirumuskan sebagai:

$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$$f_c = \frac{f_h + f_l}{2} \dots\dots\dots (2.12)$$

f_h = frekuensi tertinggi (MHz)

f_l = frekuensi terendah (MHz)

f_c = frekuensi tengah (MHz)

2.3.4.5 Pola Radiasi

Pola radiasi antenna diukur pada daerah medan jauh antenna, karena pada daerah tersebut gelombang elektromagnetik yang terpancar tidak bergantung jarak dari antenna. Nilai medan jauh dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$R \geq \frac{2L^2}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

L = dimensi terbesar antenna, λ = panjang gelombang.

Untuk mencari besar λ , kita dapat menggunakan rumus berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (2.14)$$

dengan c adalah kecepatan cahaya 3×10^8 dan f frekuensi dalam MHz.

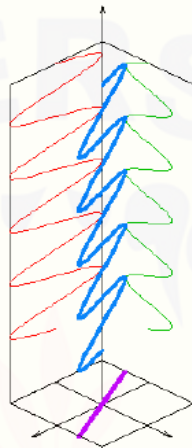
2.3.4.6 Polarisasi

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

Polarisasi dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu *linier (linier)*, *circular* (melingkar), atau *elliptical (elips)*.

1. Polarisasi *Linier*

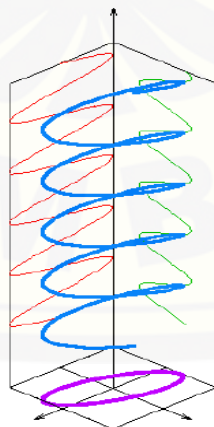
Polarisasi linier terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut waktu di titik ruang memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut selalu berorientasi pada garis lurus yang sama pada setiap waktu.



Gambar 2.5 Polarisasi linier
(Sumber: Pratama, 2013)

2. Polarisasi *Elips*

Polarisasi elips terjadi jika gelombang yang berubah menurut waktu memiliki vektor medan (elektrik atau magnet) berada pada jalur kedudukan *elips* pada ruang.

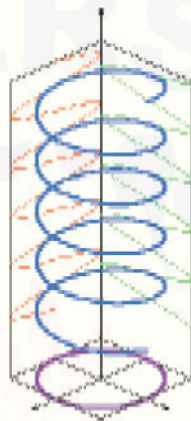


Gambar 2.6 Polarisasi *elips*
(Sumber: Pratama, 2013)

3. Polarisasi Melingkar

Polarisasi melingkar terjadi jika suatu gelombang yang berubah menurut suatu titik memiliki vektor medan elektrik (atau magnet) pada titik tersebut berada pada jalur lingkaran sebagai fungsi waktu.

Polarisasi melingkar dibagi menjadi dua, yaitu *Left Handed Circular Polarization* (LHCP) dan *Right Handed Circular Polarization* (RHCP).



Gambar 2.7 Polarisasi Melingkar
(Sumber: Pratama, 2013)

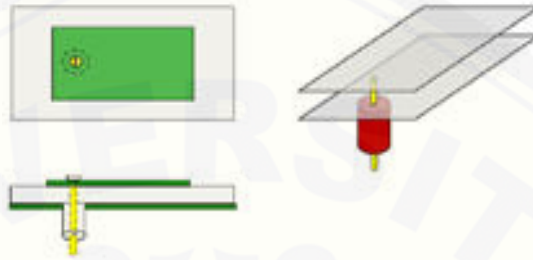
Polarisasi melingkar saat ini sangat penting dalam industri desain antena, diantaranya dapat menghilangkan pentingnya orientasi antena dalam bidang tegak lurus terhadap arah propagasi, lalu memberikan fleksibilitas lebih banyak sudut antara transmisi dan penerima antena. Polarisasi melingkar saat ini digunakan dalam banyak aplikasi komersial dan militer. Namun sulit untuk mendesain antena dengan polarisasi melingkar yang baik. Antena mikrostrip pada awalnya tidak menghasilkan polarisasi melingkar, kemudian beberapa perubahan harus dilakukan untuk antena patch untuk dapat menghasilkan polarisasi melingkar.

2.4 Teknik Pencatuan

Terdapat beberapa macam teknik pencatuan, antara lain *coaxial feed*, *microstrip feed*, *proximity coupled microstrip feed* dan *aperture-coupled microstrip feed*.

2.4.1 *Coaxial Feeding*

Coaxial Feeding adalah salah satu teknik dasar yang digunakan dalam pencatuan antenna mikrostrip. Kabel koaksial terhubung ke antenna sehingga konduktor bagian luarnya terhubung pada bagian *ground*, sementara konduktor dalam disolder ke bagian *patch*.

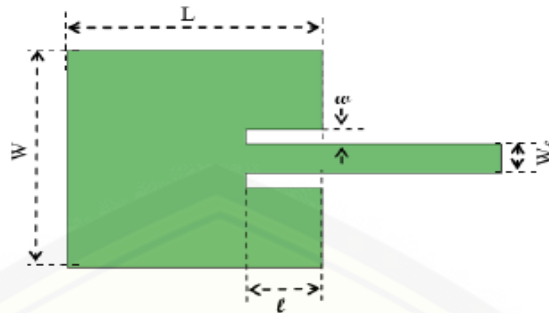


Gambar 2.8. *Coaxial Feeding*
(Sumber: Pratama, 2013)

Coaxial feeding cukup mudah untuk didesain, cukup mudah dalam fabrikasinya. Namun pencatuan *coaxial feeding* memiliki kelemahan, yaitu membutuhkan tingkat presisi yang tinggi dalam penyolderan. *Coaxial feeding* biasanya memberikan bandwidth yang sempit dan ketika pabrikasi menggunakan substrat yang tebal, *probe* yang lebih lebar akan dibutuhkan untuk meningkatkan *power* permukaan dan induktansi dari *feeding*.

2.4.2 *Microstrip Line Feed*

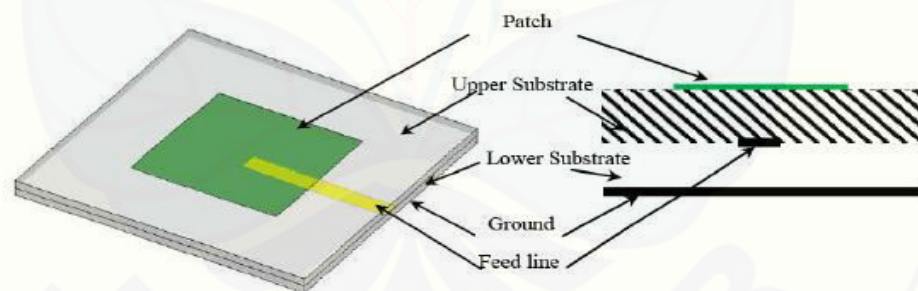
Dalam pencatuan jenis ini, *patch* dari mikrostrip di catu dengan jalur konduktor yang diletakan di sisi yang sama pada elemen *patch*, atau biasa disebut dengan *microstrip line*. *Microstrip line feed* sangat mudah didesain, dihubungkan, dan di fabrikasi. Pencatuan jenis ini adalah pilihan yang baik jika digunakan untuk mencatu antenna *array*. Bagaimanapun juga, pencatuan jenis ini juga memiliki kelemahan, yaitu menghasilkan *bandwidth* yang sempit.



Gambar 2.9 *Microstrip line feeding*
(Sumber: Pratama, 2013)

2.4.3 *Proximity Coupled Feeding*

Proximity coupled feeding terdiri dari 2 layer atau tumpukan substrat dielektrik. *patch* dari antenna mikrostrip terletak dibagian atas atau tumpukan atas substrat pertama dan jalur *feeding* atau pencatuannya terletak di bagian atas di *layer* kedua atau tumpukan bawah dari substrat. Jadi pencatuannya dikopel secara elektromagnetis oleh bagian *feeding* secara tidak langsung yang dibatasi oleh substrat dielektrik. Pencatuan jenis ini mengurangi radiasi yang tidak dibutuhkan dan memperluas *bandwidth*. Kelemahannya yaitu dibutuhkan ketepatan dalam mendesain bagian atas dan bawah *layer*, agar energi dapat terkopel dengan baik.

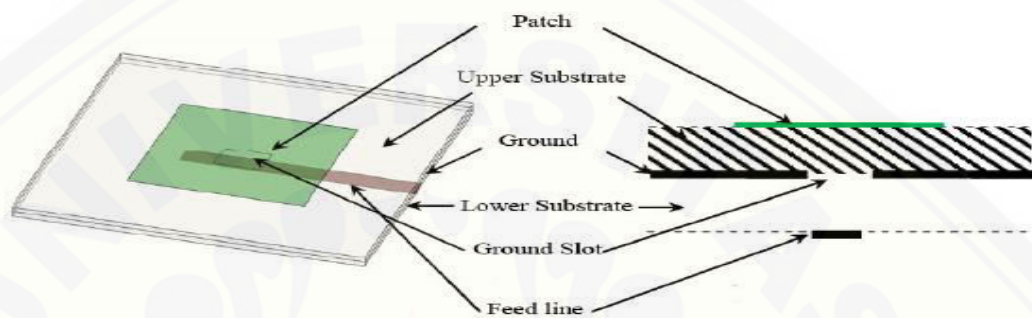


Gambar 2.10 *Proximity coupled feeding*
(Sumber: Pratama, 2013)

2.4.4 *Apertured Coupled Feeding*

Pencatuan jenis ini hamper sama dengan teknik pencatuan *proximity coupled feeding*, yaitu terdiri dari 2 *layer* substrat dengan bagian ground yang terletak bagian tengah diantara kedua substrat tersebut. *patch* dari mikrostrip terletak di bagian atas dari *layer* teratas substrat, dan jalur *feeding* terletak di bagian bawah dari *layer* terbawah substrat, dimana pada bagian ground diberikan

slot yang sama dengan ukuran *feed line* agar energi dapat terkopel ke bagian *patch*. Keuntungan dari teknik pencatutan ini adalah akan memperluas *bandwidth* dari antenna dan meningkatkan ketepatan polarisasi yang diinginkan dan mengurangi polarisasi yang menyilang. Tetapi memiliki tingkat kesulitan yang sama dengan *proximity coupled feeding* dimana pabrikasinya membutuhkan 2 layer substrat.



Gambar 2.11 Aperture Coupled Feeding (Sumber: Pratama, 2013)

2.5 Antena Array

Antena *array* adalah susunan dari beberapa antena yang identik. Dalam antena mikrostrip *patch*, yang disusun secara *array* adalah bagian *patch*. Untuk membentuk pola yang memiliki keterarahan tertentu, diperlukan medan dari setiap elemen *array* berinterferensi secara membangun pada arah yang diinginkan dan berinterferensi secara merusak pada arah yang lain.

2.5.1 Dimensi Patch Antena

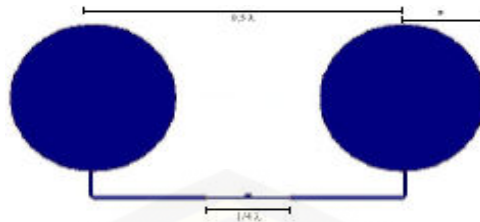
Untuk menghitung nilai “*a*” jari-jari bidang lingkaran dapat diperoleh dari :

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}} \dots\dots\dots (2.3) \text{ (Cahyadi, 2013)}$$

dengan :

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{fr \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2.4) \text{ (Cahyadi, 2013)}$$

Dalam merancang bidang antena mikrostrip lingkaran, parameter yang harus dicari adalah nilai jari – jari / radius (*a*) bidang mikrostrip lingkaran.



Gambar 2.12 Desain geometri antenna mikrostrip array
(Sumber : Dwi, 2011)

2.5.2 Dimensi Saluran Mikrostrip (Feed Line)

Saluran mikrostrip merupakan hal yang sangat penting bagi antenna mikrostrip. Pemilihan saluran pencatu dengan saluran mikrostrip adalah karena kemudahan dalam hal fabrikasi dan penentuan matching dari saluran mikrostrip dapat dengan mudah dilakukan. Saluran mikrostrip dapat mempengaruhi matching pada antenna mikrostrip. Untuk me-matching-kan antenna, hal yang perlu dilakukan adalah dengan marubah-rubah ukuran dari elemen pencatu dengan memberikan stub dan mengubah-ubah posisinya terhadap patch.

Lebar saluran mikrostrip (W) tergantung dari impedansi (Z₀) karakteristik yang diinginkan. Adapun rumus untuk menghitung lebar saluran mikrostrip yaitu sebagai berikut :

a. Karakteristik Saluran Mikrostrip (Microstrip Line) untuk W/h < 1

Konstanta dielektrik efektif (ε_{reff})

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} (\ln(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}) \right\} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(2.16)$$

b. Karakteristik Saluran Mikrostrip (Microstrip Line) untuk W/h > 1

Konstanta dielektrik efektif (ε_{reff})

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$Z_0 = \frac{120\pi/\sqrt{\epsilon_{reff}}}{w/h + 1,393 + 2/3 \ln(w/h + 1,44)} \dots\dots\dots(2.18)$$

Rumus untuk menghitung panjang saluran pencatu (l) sebagai berikut :

$$l = \frac{\lambda_g}{4} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \dots\dots\dots(2.20)$$

2.5.3 Impedansi *Matching*

. Perancangan suatu antenna tidak terlepas dari penyesuaian impedansi. Suatu jalur transmisi dikatakan *matched* apabila karakteristik impedansi $Z_0 = Z_L$ atau dengan kata lain tidak ada refleksi yang terjadi pada ujung saluran beban. Z_0 merupakan karakteristik impedansi suatu saluran transmisi dan biasanya bernilai 50 ohm. Z_L merupakan impedansi beban. Beban dapat berupa antenna atau rangkaian lain yang mempunyai impedansi ekuivalen Z_L . Karena kegunaan utama saluran transmisi adalah untuk *mentransfer* daya secara sempurna, maka beban yang *matched* sangat diperlukan.

Metode pencatutan secara langsung sulit untuk mencapai kondisi *matching*. Oleh karena itu dibutuhkan suatu cara untuk mendapatkan kondisi yang *matching*, yaitu dengan cara menambahkan *transformator* $\lambda/4$, pemberian *single stub*, dan *double stub*

2.5.4 *T-junction*

T-junction merupakan sebuah teknik *power divider* yang umum digunakan pada konfigurasi antenna *array*. *Power divider* adalah salah satu teknik yang dapat mendukung *impedance matching* pada saluran transmisi khususnya untuk antenna mikrostrip *array*



Gambar 2.13 *T-junction* antenna mikrostrip array
(Sumber : Dwi, 2011)

2.6 Ansoft HFSS v12

Ansoft HFSS adalah suatu simulator medan elektromagnetika untuk pemodelan tiga dimensi perangkat pasif berstruktur frekuensi tinggi yang memiliki kelebihan sangat mudah dan interaktif digunakan pada sistem operasi *microsoft windows grafical user interface*. Dalam simulatornya terintegrasi

visualisasi, pemodelan volumetrik dan kemudahan dalam interaktif dimana solusi permasalahan pemodelan 3 dimensi bisa cepat dan akurat didapatkan. HFSS (*High Frequency Structure Simulator*) dapat digunakan untuk mengkalkulasi beberapa parameter diantaranya parameter S, frekuensi resonan dan medan elektromagnetika. Tipikal penggunaan diantaranya:

1. *Package modeling –BGA, QFP, Flip-chip*
2. *Pemodelan papan PCB –power/groundplane, mesh grid grounds, backplanes*
3. *Silikon/GaAs – spiral Induktor, Transformers.*
4. *EMC/EMI – shield Enclosures, Coupling, Near or Far Field Radiation.*
5. *Antena mikrostrip, dipole, horn, conformal cell phone antenna, Quadrafilar Helix, Specific Absorption Rate (SAR), Infinite Arrays, Radar Cross Section (RCS), Frequency Selective Surfaces (FSS).*
6. *Konektor – koax, backplane, SFP/XFP, Transtion*
7. *Waveguide – Filter, resonator, transtion, Coupler.*
8. *Filter – Cavity Filter, Mikrostrip, Dielektrik*



Gambar 2.14 Logo Ansoft HFSS
(Sumber: Ansoft Corporation)

2.8 TV Digital

TV digital merupakan program pemerintah (kominfo) yang didasarkan atas keputusan dari *International Telecommunication Union* (ITU) pada tahun 2006 yang mencanangkan bahwa seluruh negara dibelahan bumi manapun harus bermigrasi dari penggunaan frekuensi analog menuju digital yang diaplikasikan pada sistem *broadcast* televisi. Keputusan tersebut diterapkan di Indonesia selambat-lambatnya tahun 2018 meskipun keputusan ITU harus diterapkan pada

17 juni 2015. Hal tersebut dikarenakan, Indonesia memiliki wilayah cukup luas yaitu `mencapai 3 zona waktu, dimana ketiga zona tersebut adalah Waktu Indonesia Bagian Barat (WIB), Waktu Indonesia Bagian Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Bagian Timur (WIT). Ketiga zona waktu tersebut berimbas pada sulitnya pengkosongan frekuensi sinyal analog pada TV yang nantinya akan digantikan dengan sinyal digital yang dirasa memiliki kualitas dan kelebihan.

Terdapat dua cara untuk bisa menikmati layanan TV digital. Kedua cara tersebut yaitu secara teresterial dan *satellite*. TV digital teresterial menggunakan bantuan decoder berupa DVB-T/T2 (digital video broadcast-teresterial). Dalam proses penangkapan sinyal, TV teresterial menggunakan antena yang kemudian dialirkan secara langsung pada Set-Top-Box (DVB-T/T2) sebagai *decoder* yang mengubah sinyal biner yang ditangkap menjadi sinyal sinus. Perubahan sinyal tersebut dilakukan karena TV yang digunakan pelanggan saat ini kebanyakan belum bisa membaca sinyal digital secara langsung. Berbeda dengan TV digital *satellite* yang menggunakan bantuan decoder berupa DVB-S/S2 (digital video broadcast-satellite 2). Proses penangkapan sinyal menggunakan parabola, kemudian sinyal yang didapat dilanjutkan menuju decoder (DVB-S/S2). TV *satellite* sudah diterapkan terlebih dahulu dibandingkan dengan TV digital teresterial. Penulis hanya melakukan penelitian mengenai TV digital teresterial yang akan diterapkan secara global seluruh dunia.

Untuk saat ini, siaran digital masih belum bermigrasi ke frekuensi 700 MHz, atau masih menggunakan frekuensi siaran analog. Siaran digital memiliki frekuensi berbeda untuk tiap wilayah / kota. Perbedaan tersebut dimaksudkan untuk menghindari terjadinya interferensi yang disebabkan frekuensi yang bersinggungan. Berikut merupakan frekuensi siaran TV digital untuk wilayah Jember dan Malang.

Tabel 2.2. Pembagian frekuensi beberapa wilayah di Jawa Timur

Wilayah	Channel	Frekuensi
Jember	Global TV_digital	639.25 MHz
	MNCTV_digital	639.25 MHz
	RCTI_digital	639.25 MHz
	TransTV	663.25 MHz
	Trans7 HD	663.25 MHz
Malang	SCTV	554 MHz
	ANTV	602 MHz
	Global TV	650 MHz
	Metro TV	666 MHz
	Trans TV	682 MHz
	Trans 7	682 MHz

Sumber: tvdigital-Surabaya.blogspot.com (2014)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam prosesnya, pengerjaan skripsi ini dilakukan dengan perancangan menggunakan software pembuat antena terlebih dahulu, apabila kita sudah mendapatkan parameter yang kita inginkan maka selanjutnya melakukan tahap pembuatan hardwarenya sehingga dapat diuji secara langsung. Pengambilan data dilakukan pada dua tempat yang berbeda, yaitu di daerah Jember dan Malang.

3.2 Tahap Perancangan

a. Studi Literatur

Studi literatur dimaksudkan agar penulis dapat melakukan perumusan masalah-masalah yang ada dalam proses perancangan dan penyusunan skripsi. Dalam penyusunan dibutuhkan beberapa sumber untuk membantu dalam proses pengolahan pemikiran serta yang kaitannya memperkuat berbagai bentuk opini yang muncul dalam proses perancangan.

b. Perancangan antena secara simulasi

Dalam perancangan antena secara simulasi, dibutuhkan suatu perangkat lunak pendukung yang digunakan untuk mempermudah penulis dalam proses perancangan antena mikrostrip. Perangkat lunak yang dimaksudkan adalah Ansoft HFSS 12 versi beta.

c. Pembuatan Hardware

Pembuatan Hardware merupakan proses inti dalam pengerjaan tugas akhir. Dalam proses pembuatan hardware antena ini, penulis akan melakukan fabrikasi dengan acuan berdasarkan pada perancangan secara simulasi sebelumnya. Antena buatan merupakan antena dengan frekuensi tengah 700MHz. Antena ini nantinya akan digunakan sebagai penangkap sinyal TV digital.

d. Pengujian dan Analisis

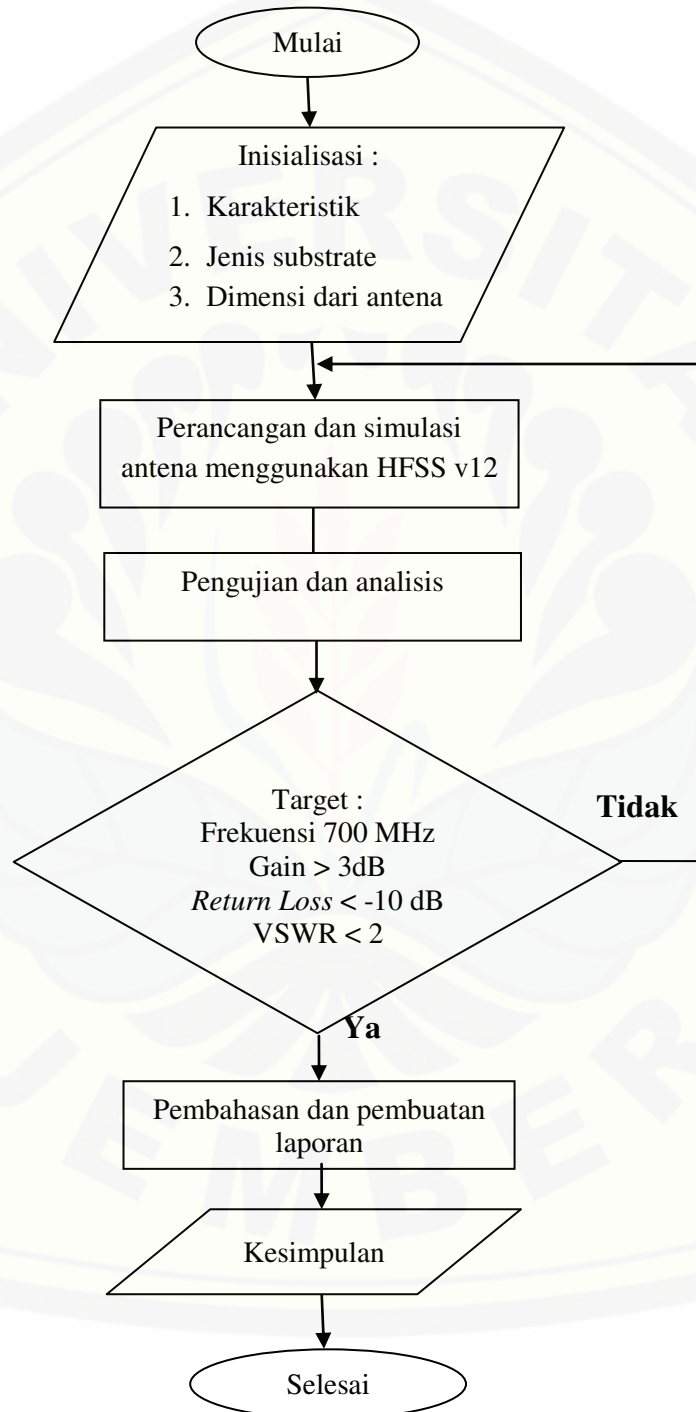
Penulis melakukan pengujian antena secara teori dan perhiungan. Selain pengujian secara teori, penulis juga melakukan pengujian secara perhitungan (matematis) pada tiap parameter pendukung. Untuk pengujian matematis dilakukan berdasarkan parameter uji yang telah ditentukan. Parameter uji tersebut antara lain *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwidth* dan pola radiasi.

e. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan digunakan untuk memenuhi syarat telah dilakukannya tugas akhir (skripsi). Laporan juga merupakan bukti fisik bahwa pembuatan dan penelitian mengenai Peningkatan Gain Antena Mikrostrip Lingkaran dengan Teknik Linear Array sudah pernah dilakukan.

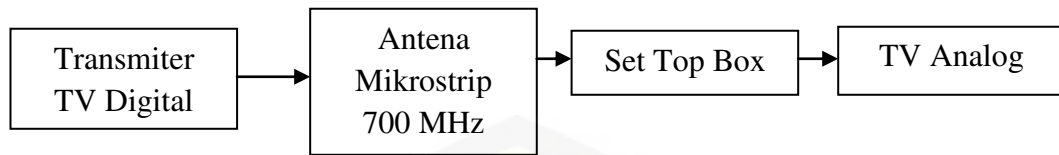
3.3 Flowchart Penelitian

Diagram alur merupakan pembentukan tahap-tahap penelitian, sehingga peneliti sudah memiliki gambaran maupun jadwal proses kerja. Diagram alur dari penelitian ini adalah



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.4 Blok Diagram



Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem

Prinsip kerja transmisi sinyal TV digital dapat dijelaskan pada gambar 3.2 dalam blok sistem di atas. Pada gambar dijelaskan bahwa sinyal TV digital ditransmisikan dari pemancar (*transmitter*) TV digital yang berada pada daerah tertentu. Sinyal transmisi ditangkap oleh antena mikrostrip 700 MHz hasil yang dibuat dalam penelitian. Antena hanya sebagai penangkap (*receiver*) sinyal TV digital yang kemudian didekodekan oleh *set-top-box* (*decoder*). Sinyal digital hasil tangkapan harus diubah menjadi sinyal analog agar dapat terbaca oleh perangkat TV yang dimiliki (TV analog).

3.5 Model Pengujian dan analisis

Model pengujian yang akan dilakukan yaitu dengan cara pengujian secara simulasi dan aplikasi pada antena hasil.

3.5.1 Pengujian secara simulasi

Pengujian secara simulasi dilakukan untuk mengetahui nilai parameter – parameter yang telah ditentukan, yaitu:

1. *Return Loss*
2. *Gain*
3. VSWR
4. *Bandwidth*

Proses analisis yang akan dilakukan yaitu dengan pengujian menggunakan parameter-parameter antena mikrostrip antara lain Frekuensi, *Return Loss*, VSWR, *Gain* dan *Bandwidth*,. Masing - masing parameter uji memiliki standar nilai maksimum atau nilai minimum yang telah ditentukan. Standar tersebut digunakan agar antena yang dibuat dapat diketahui tingkat kelayakannya. Nilai acuan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Standar Parameter Uji

Parameter	Nilai
Frekuensi <i>center</i>	700 MHz
<i>Return Loss</i>	< -10 dB
VSWR	< 2 dB
<i>Gain</i>	> 3 dB

3.5.2 Pengujian secara aplikasi

Pengujian secara aplikasi dilakukan dengan mengimplementasikan antena mikrostrip hasil untuk dapat menangkap sinyal digital dari pemancar menuju penerima. Pengujian tersebut didasarkan pada kuat sinyal hasil tangkapan dengan sinyal bar yang ditampilkan pada perangkat *set top box*.

Dalam proses pengujian fungsi, mahasiswa melakukan pengujian di beberapa daerah yang telah mengaplikasikan sinyal siaran digital pada teknologi TV digital. Pengujian dilakukan berdasarkan pada jarak terdekat (dekat pemancar) dan jarak terjauh dimana sinyal digital tidak dapat tertangkap oleh antena.

Pengujian yang dihasilkan dengan menggunakan antena mikrostrip nantinya akan dibandingkan dengan hasil yang ditampilkan apabila menggunakan antena referensi. Antena referensi yang digunakan yaitu antena *monopole* dengan frekuensi yang sama, yaitu 700 MHz.

3.6 Perancangan Dimensi Antena

Setelah didapatkan spesifikasi substrat yang digunakan, dilakukan perancangan *patch* antena mikrostrip. Antena yang dirancang disini bekerja pada frekuensi 700 Mhz. Perancangan dimensi antena meliputi *patch*, saluran pencatu (*feed line*) dan *T-Junction*.

3.6.1 Perancangan Patch

Dalam proses merancang, penulis menggunakan beberapa rumus acuan sehingga diketahui besar dimensi dan jari-jari antena dengan mengetahui spesifikasi bahan yang akan digunakan dan frekuensi yang ingin dihasilkan. Maka didapatkan:

Diketahui beberapa spesifikasi bahan seperti berikut:

Frekuensi (f): 700 MHz

Ketinggian substrat (h) : 1.6 mm atau 0.16 cm

Relatif permittivity (ϵ_r) : 4.35

Maka didapatkan:

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{fr \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{700000000 \sqrt{4.35}}$$

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{1459932387.4382}$$

Sehingga F didapatkan 6.02164

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

$$a = \frac{6.02164}{\left\{1 + \frac{2 \times 0.16}{3.14 \times 4.35 \times 6.02164} \left[\ln\left(\frac{3.14 \times 6.02164}{2 \times 0.16}\right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

$$a = \frac{6.02164}{1.01194556929}$$

$a = 5.950557$ cm

$$a_{eff} = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}$$

$$a_{eff} = 5.950557 \{1.01194556929\}$$

$$a_{eff} = 6.02164 \text{ cm}$$

Perhitungan nilai Efektif dielektrik konstan(ϵ_{reff}) :

$$\begin{aligned} \epsilon_{reff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \\ &= \frac{4,35 + 1}{2} + \frac{4,35 - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1,6}{119,01}}} \\ &= \frac{5,35 + 1}{2} + \frac{3,35 + 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1,161331}} \\ &= 2,675 + 1,675 \left(\frac{1}{1,07765069} \right) \\ &= 2,675 + 1,675 (0,92794447) = 4,2293 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari persamaan diatas maka diperoleh :

$$\begin{aligned} \lambda_g &= \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \\ \lambda_0 &= \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^8} = 0,428 \text{ m} = 428 \text{ mm} \\ &= \frac{428}{\sqrt{4,2293}} \\ &= 208,12 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka panjang saluran pencatu mikrostrip 50Ω adalah :

$$\begin{aligned} L &= \frac{\lambda_g}{2} \\ &= \frac{208,12}{2} \\ &= 104,0602 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.7.1 Perancangan Saluran Pencatu

Pencatuan yang digunakan pada antenna yang dirancang pada penelitian ini menggunakan teknik pencatuan secara langsung (*microstrip feed line*). Dalam perancangan pencatu antenna mikrostrip perlu impedansi masukan (Z_{in}) 50Ω dan tebal dari bahan substrate $1,6 \text{ mm}$. Nilai tersebut bisa didapatkan dengan mengatur lebar dan panjang dari saluran pencatu.

Perhitungan lebar saluran pencatu (w)

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{50\sqrt{4,4}}$$

$$B = 5,64$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$W = \frac{2 \cdot 1,6}{3,14} \left\{ 5,64 - 1 - \ln(2 \cdot 5,64 - 1) + \frac{(4,4 - 1)}{2 \cdot 4,4} \left[\ln(5,64 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right] \right\}$$

$$W = 4,907 \text{ mm}$$

Perbandingan lebar saluran mikrostrip dengan tebal substrate W/h

$$W/h = \frac{4,907}{1,6} = 3,066 > 1$$

Karena $W/h > 1$ maka rumus konstanta dielektrik efektif menggunakan persamaan

$$\begin{aligned}\epsilon_{reff} &= \epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \\ &= \frac{4,35 + 1}{2} + \frac{4,35 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1,6}{119,01}}} \right) \\ &= 3,164\end{aligned}$$

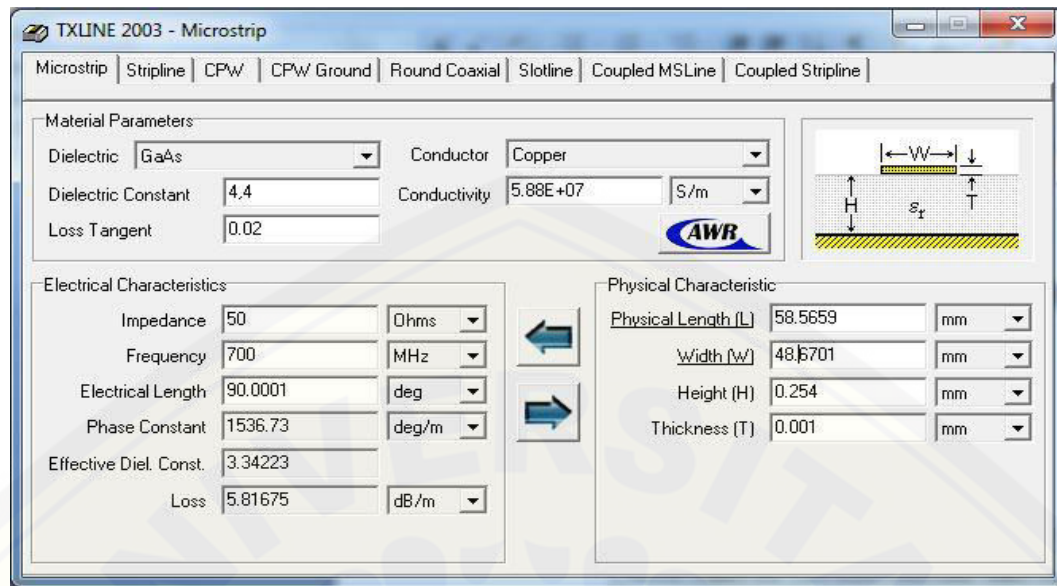
Dari persamaan 2.20 diperoleh

$$\begin{aligned}\lambda_g &= \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ \lambda_0 &= \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^8} = 0,428 \text{ m} = 428 \text{ mm} \\ \lambda_g &= \frac{0,333}{\sqrt{3,164}} = 0,240 \text{ m} = 240 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka panjang saluran pencatu (l)

$$\begin{aligned}l &= \frac{\lambda_g}{4} \\ l &= \frac{0,240}{4} = 0,06 \text{ m} = 60 \text{ mm}\end{aligned}$$

Pencatuan yang digunakan pada antena yang dirancang pada penelitian ini menggunakan teknik pencatuan secara langsung (*microstrip feed line*). Dalam perancangan pencatu antena mikrostrip perlu impedansi masukan (Z_{in}) 50Ω . Nilai tersebut bisa didapatkan dengan mengatur lebar dan panjang dari saluran pencatu. Untuk mendapatkan besar lebar dan panjang dari saluran pencatu yang menghasilkan nilai impedansi 50 ohm dapat dicari dengan menggunakan perangkat lunak TXLine 2003. Tampilan dari program TXLine 2003 untuk perhitungan saluran pencatu dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.3 Tampilan Program TXLine 2003 Untuk Dimensi Saluran Pencatu
(Sumber : TXLine 2003)

Dengan memasukkan karakteristik impedansi masukan sebesar 50Ω , loss tangent 0,02, konstanta dielektrik 4,4 dan frekuensi kerja 700 Mhz maka program ini akan secara otomatis menampilkan lebar dan panjang dari saluran pencatu yang dibutuhkan. Didapatkan Lebar saluran pencatu (w) sebesar 48,67 mm dan panjang (l) sebesar 58,56 mm.

Pada perancangan ini, parameter dimensi lebar dan panjang saluran pencatu diharapkan memperoleh hasil yang maksimal melalui iterasi. Hasil dari proses iterasi dimensi saluran pencatu ditunjukkan pada tabel 3.2. Dari proses iterasi ini didapatkan dimensi pencatuan atau *feed* yang lebih optimal daripada hasil perhitungan yaitu dengan lebar (w) 4 mm dan panjang (l) adalah 52 mm. Pengaruh dari dimensi pencatu sangat mempengaruhi hasil akhir dari parameter antenna. Pada proses iterasi dimensi saluran pencatu yang menjadi acuan pada perancangan yaitu parameter frekuensi tengah, *return loss*, dan VSWR.

Tabel 3.2 Iterasi Saluran Pencatu

Dimensi Pencatu		Frekuensi	<i>Return loss</i>	VSWR
Lebar (<i>w</i>)	Panjang (<i>l</i>)	Tengah		
12	60 mm	710 Mhz	-21,018 dB	2,303 dB
10 mm	60 mm	700 Mhz	-23,196 dB	1,148 dB
11 mm	60 mm	700 Mhz	-11,066 dB	4,992 dB
4,9 mm	60 mm	680 Mhz	-12,580 dB	4,159 dB
6 mm	60 mm	690 Mhz	-17,446 dB	2,199 dB
8 mm	60 mm	690 Mhz	-12,919 dB	3,994 dB
13 mm	60 mm	670 Mhz	-12,739 dB	4,080 dB

3.6.2 Perancangan T-Junction

Pada antenna mikrostrip *array* dibutuhkan suatu saluran yang dapat menghubungkan *patch* yang ada. Saluran tersebut dinamakan rangkaian power divider transformer jenis *T-Junction*. Rangkaian ini memiliki fungsi sebagai pembagi terhadap impedansi saluran transmisi.

Perhitungan lebar transformer (*Z*)

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{70\sqrt{4,4}} = 4,031$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$W = \frac{2,1,6}{3,14} \left\{ 4,031 - 1 - \ln(2,4,031 - 1) + \frac{(4,4 - 1)}{2,4,4} \left[\ln(4,031 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right] \right\}$$

$$W = 2,83 \text{ mm}$$

Perbandingan lebar saluran mikrostrip dengan tebal subtract W/h

$$W/h = \frac{2,83}{1,6} = 1,768 > 1$$

Karena $W/h > 1$ maka rumus konstanta dielektrik efektif menggunakan persamaan

$$\begin{aligned}\epsilon_{reff} &= \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \\ &= \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{1,6}{1,768}}} \right) \\ &= 3,125\end{aligned}$$

Dari persamaan 2.20 diperoleh

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^8} = 0,428$$

$$\lambda_g = \frac{0,428}{\sqrt{3,145}} = 0,242 \text{ m} = 242 \text{ mm}$$

Maka panjang saluran pencatu (l)

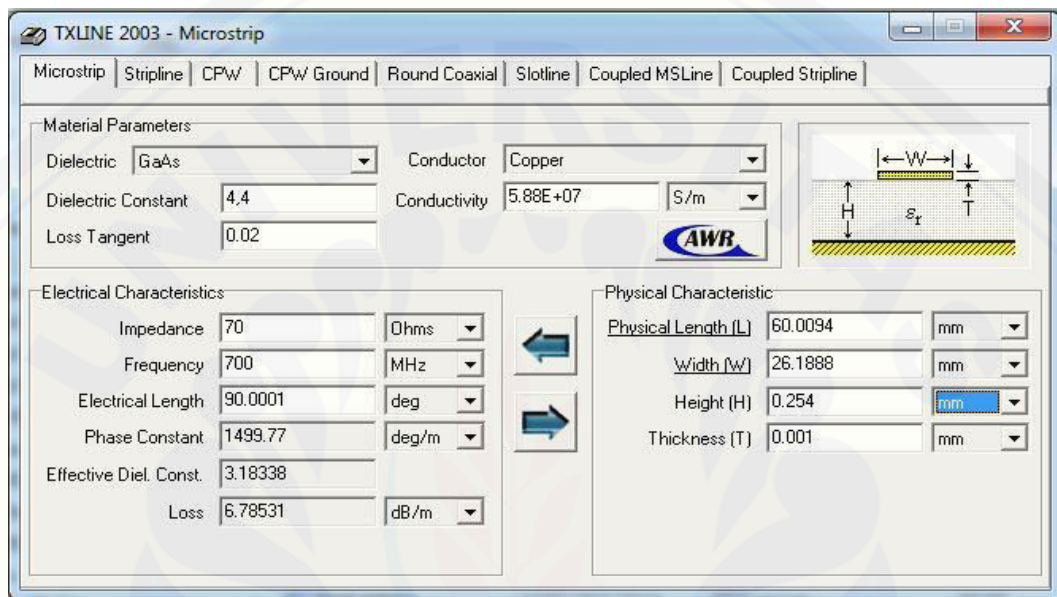
$$l = \frac{\lambda_g}{4}$$

$$l = \frac{242}{4}$$

$$l = 62,5 \text{ mm}$$

Pada antenna mikrostrip *array* dibutuhkan suatu saluran yang dapat menghubungkan *patch* yang ada. Saluran tersebut dinamakan rangkaian power divider transformer jenis *T-Junction*. Rangkaian ini memiliki fungsi sebagai pembagi terhadap impedansi saluran transmisi. Struktur power divider jenis *T-Junction* terdiri dari satu saluran input 50Ω dan dua saluran output masing-masing 50Ω melalui perhitungan menggunakan TXLine 2003 diperoleh lebar *feed* (w)

adalah 48,67 mm. Sedangkan impedansi transformer $\frac{1}{4}$ memiliki impedansi senilai dengan $Z = Z_0/\sqrt{2} = 70\Omega$, dimana melalui perhitungan menggunakan *software* TXLine 2003 dengan melalui proses yang sama dengan perhitungan saluran pencatu, hanya saja impedansi yang diinputkan adalah 35Ω , didapatkan lebar $Z (w)$ 26,18 mm dan panjang $Z (l)$ 60 mm .Terlihat pada gambar 3.5 tampilan perhitungan *T-Junction* menggunakan TXLine 2003.



Gambar 3.4 Tampilan Program TXLine 2003 Untuk Dimensi *T-Junction*

(Sumber : TXLine 2003)

Pada perancangan ini, parameter dimensi lebar dan panjang *T-Junction* diharapkan memperoleh hasil yang maksimal melalui iterasi. Hasil dari proses iterasi dimensi *T-Junction* atau Z ditunjukkan pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Iterasi *T-Junction*

Dimensi T-Junction (Z)		Frekuensi	<i>Return loss</i>	VSWR
Lebar (<i>w</i>)	Panjang (<i>l</i>)	Tengah		
2,83 mm	60 mm	700 Mhz	-14,835 dB	1,459 dB
2,83 mm	60,5 mm	690 Mhz	-12,919 dB	3,994 dB
2,83 mm	61 mm	700 Mhz	-23,196 dB	1,143 dB
2,83 mm	61,5 mm	700 Mhz	-13,262 dB	1,555 dB
3 mm	60 mm	680 Mhz	-12,580 dB	4,159 dB
3 mm	61 mm	680 Mhz	-12,648 dB	4,057 dB
3 mm	61,5 mm	690 Mhz	-11,381dB	2,403 dB
3,3 mm	60 mm	700 Mhz	-22,717 dB	1,272 dB
3,3 mm	61 mm	700 Mhz	-18,352 dB	1,494 dB

Dari proses iterasi ini didapatkan dimensi *T-Junction* atau *Z* yang lebih optimal daripada hasil perhitungan yaitu dengan lebar (*w*) 2,83 mm dan panjang (*l*) adalah 61 mm. Pengaruh dari dimensi pencatu sangat mempengaruhi hasil akhir dari parameter antena. Pada proses iterasi dimensi saluran pencatu yang menjadi acuan pada perancangan yaitu parameter frekuensi tengah, *return loss*, dan VSWR.

3.6.3 Perancangan Jarak Antar Elemen *Patch*

Jarak antara elemen pada perancangan antena mikrostrip *array* perlu diatur agar sesama elemen yang berdekatan tidak saling tumpang tindih. Apabila jarak antara kedua elemen terlalu dekat dikhawatirkan akan terjadi *electromagnetically coupled*. Sebaliknya jika jarak elemen terlalu jauh maka akan banyak rugi – rugi dan kurang efisien penggunaan dimensi substrat. Untuk itu jarak antar elemen diatur dengan optimal agar tidak mengurangi kinerja antena *array*. Jarak antar elemen diukur dari titik pusat elemen 1 dengan elemen 2.

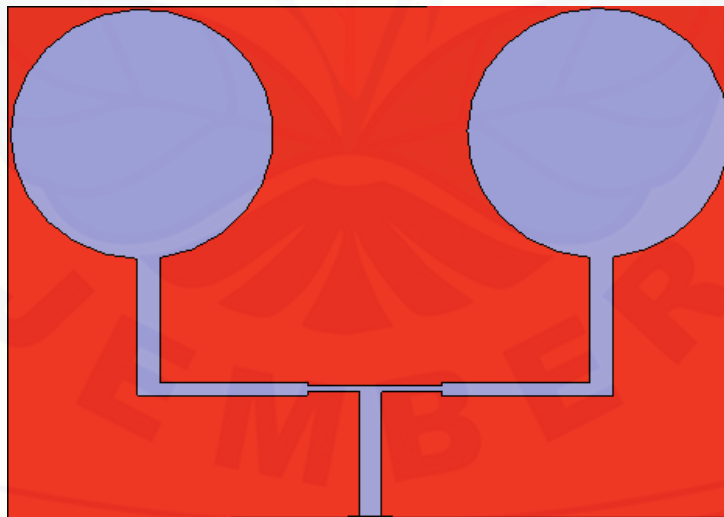
$$\begin{aligned}d &= \frac{\lambda}{2f} \\ &= \frac{c}{2fo} \\ &= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 7 \cdot 10^8} \\ &= 0,21428 \text{ meter} \\ &= 214,28 \text{ mm}\end{aligned}$$

Hasil tersebut merupakan jarak antara pusat elemen *patch* 1 dengan elemen *patch* 2. Karena lebar (w) elemen *patch* adalah 101,626 mm , maka jarak antara sisi *patch*

$$\text{Jarak antara sisi } patch = d - 101,626 = 214,28 - 101,626 = 112,654 \text{ mm}$$

3.7 Desain Antena Array Patch Circular

Rancangan antena susun dengan dua elemen *patch* merupakan bentuk luasan dari struktur antena terlihat pada gambar 3.5. Pada gambar 3.5 memperlihatkan bentuk rancangan antena susun dua elemen *patch* Secara struktur dengan penambahan baru pada sisi rangkaian saluran transmisi yaitu sebuah rangkaian *T-Junction*.



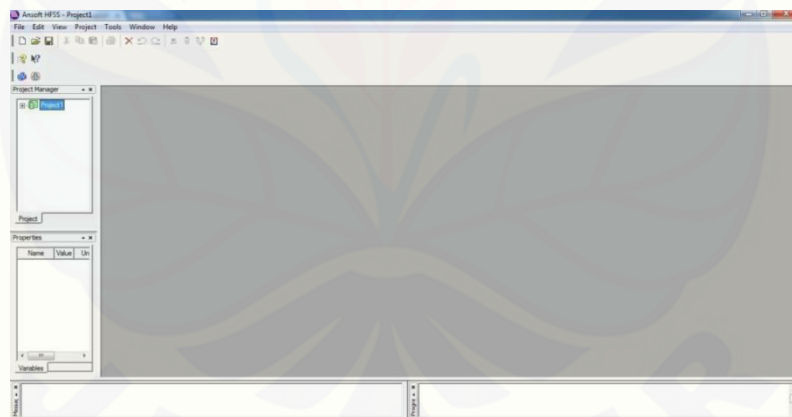
Gambar 3.5 Desain Antena Array Patch Circular

3.8 Langkah Perancangan menggunakan HFSS

HFSS merupakan perangkat lunak milik Ansoft yang dapat digunakan untuk mempermudah dalam hal perancangan suatu antenna. Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan kaitannya untuk mengetahui kualitas dari antenna yang dapat dihasilkan. Parameter-parameter tersebut antara lain *gain* antenna, *VSWR*, *Return Loss*, pola radiasi dan lain-lain. Penulis menggunakan perangkat lunak HFSS 12 versi beta (demo) ini kaitannya untuk membantu dalam proses perancangan antenna mikrostrip sebelum proses pembuatan.

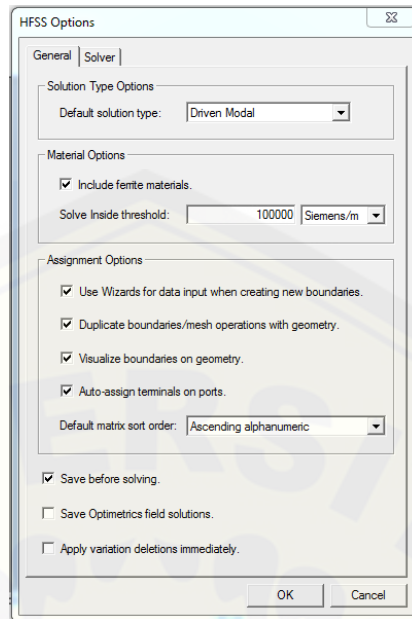
Untuk mengetahui gambaran secara garis besarnya, berikut penulis tunjukkan beberapa proses yang dilakukan dalam proses perancangan menggunakan HFSS ini:

1. Untuk menggunakan software Ansoft HFSS ini, anda perlu menekan tombol *START* pada *keyboard*, dan klik pada logo Ansoft. Setelah menjalankan Ansoft HFSS v 12, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar berikut:



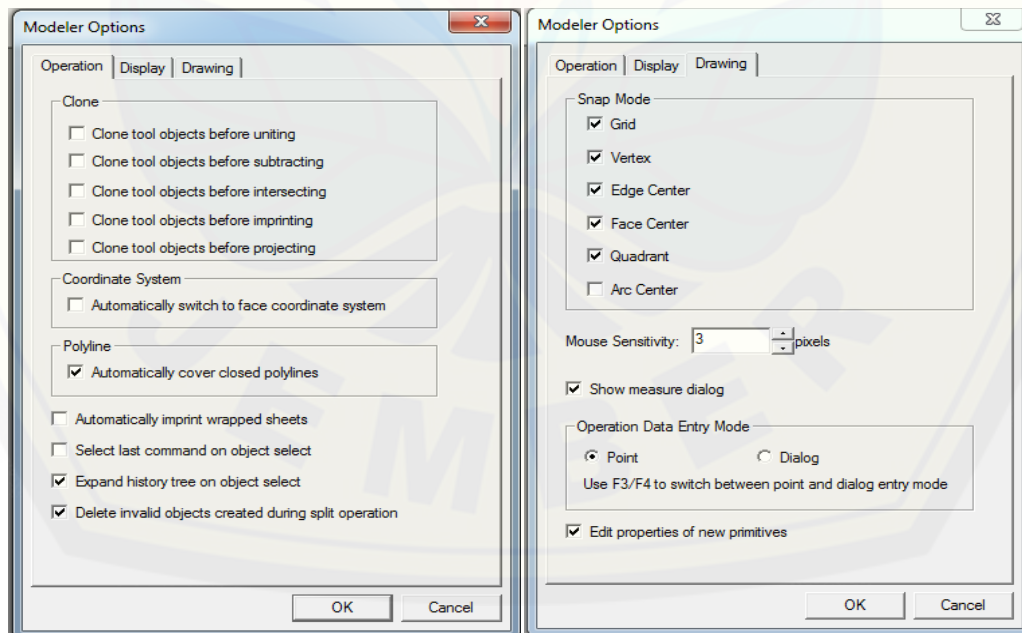
Gambar 3.6 Tampilan awal HFSS

2. Klik pada *Tools > Options > HFSS Options* dan akan keluar tampilan *HFSS Options*. Tekan pada laman *general* dan berikan tanda centang pada “*Use wizards for data entry when creating new boundaries*” dan “*Duplicate boundaries with geometry*” kemudian tekan *OK*.



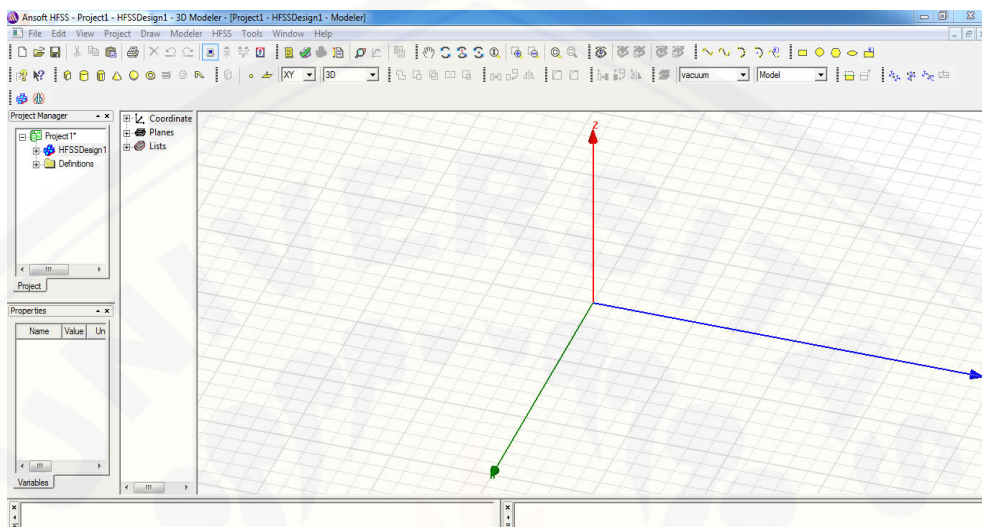
Gambar 3.7 HFSS Options

3. Klik menu *tools > Options > Modeler Options*, dan akan keluar tampilan *Modeler Options*. Pada menu *operation*, beri centang pada “*Automatically cover closed polyline*” dan pada menu *drawing*, beri centang pada “*Edit properties of new primitives*” seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



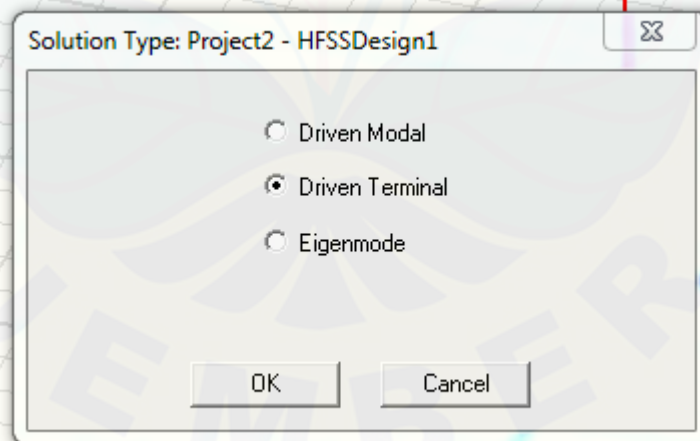
Gambar 3.8 Modeler Options

- Setelah melalui pra-perancangan, selanjutnya adalah memulai merancang dengan klik pada menu “*project > insert HFSS design*”, maka akan muncul tampilan awal perancangan seperti dibawah:



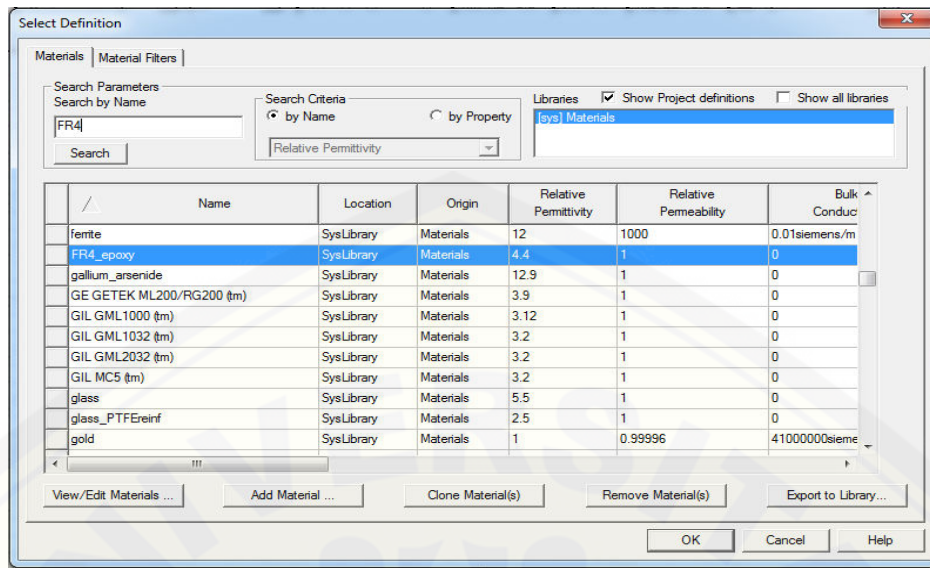
Gambar 3.9 Laman awal HFSS

- Klik menu HFSS > *Solution type*. Setelah melakukan langkah tersebut, maka akan keluar tampilan seperti dibawah, pilih “*Driven terminal*”.



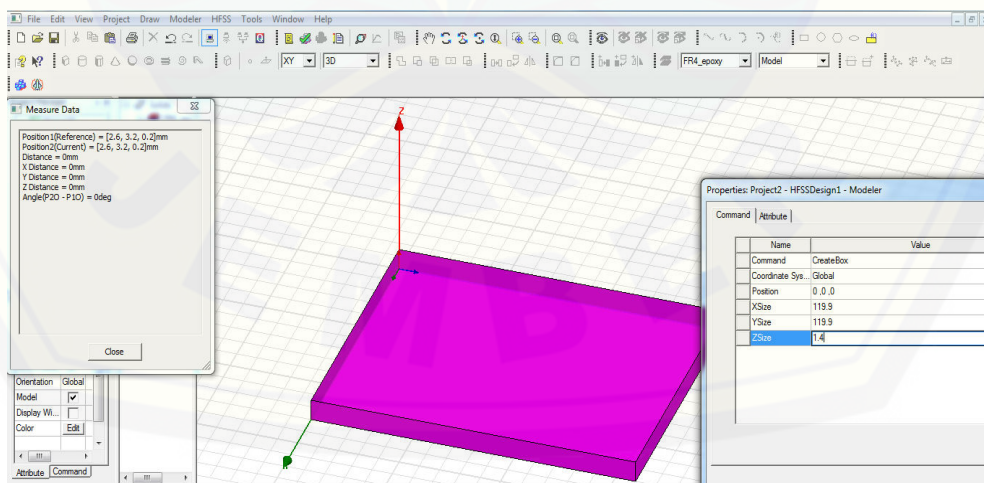
Gambar 3.10 *Solution Type*

- Sebelum memulai menggambar, perlu untuk menentukan jenis bahan yang akan digunakan. Untuk melakukan hal tersebut, ganti jenis bahan vacuum dengan FR4 yang digunakan.

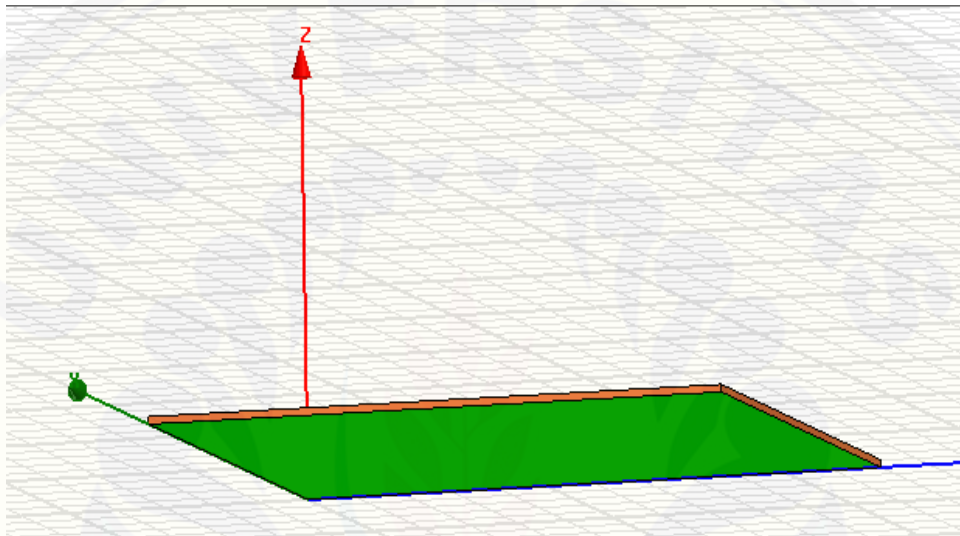


Gambar 3.11 Pemilihan jenis bahan

7. Untuk memulai perancangan, pilih lambang balok (*draw box*) pada *toolbar*. Tentukan letak koordinat dan ukuran substrat yang diinginkan. Pada perancangan antenna mikrostrip bentuk lingkaran milik penulis, dipilih koordinat (x,y,z) yaitu (0,0,0) sedangkan untuk dimensinya dipilih panjang sumbu x (panjang substrat) berdasarkan besar yang diinginkan, sumbu y (lebar substrat) berdasarkan besar yang diinginkan dan sumbu z (ketebalan substrat) tergantung pada jenis bahannya atau 1.4 mm untuk epoxy FR4.. Setelah membuat model substrat, ganti nama “*box1*” dengan “*substrate*”.

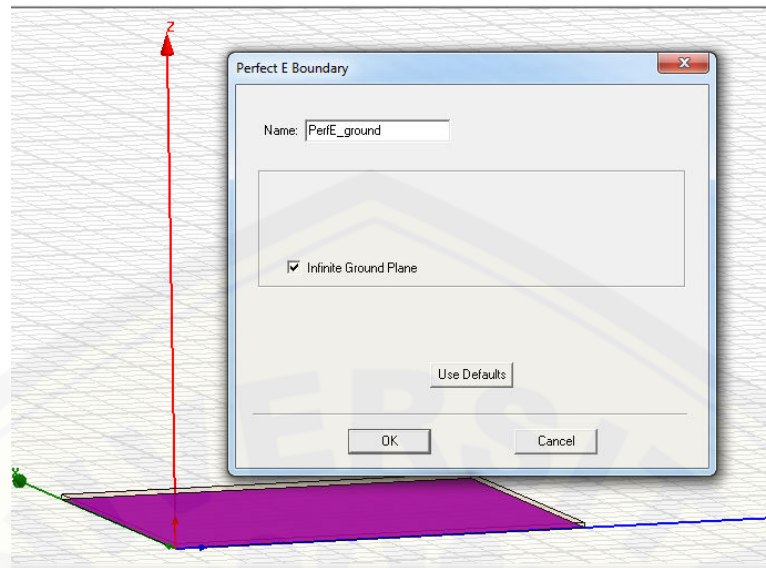
Gambar 3.12 Pembuatan *substrate*

8. Langkah selanjutnya yaitu membuat *ground*. Untuk membuat *ground*, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu pilih lingkaran (*draw rectangle*). Letakkan pada bagian bawah koordinat pada substrat atau (0,0,0) dan tentukan dimensinya sama dengan ukuran pada substrat yaitu panjang dan lebar yang diinginkan. Ganti nama "*rectangle1*" dengan "*Ground*". Dapat ditunjukkan pada gambar di bawah.



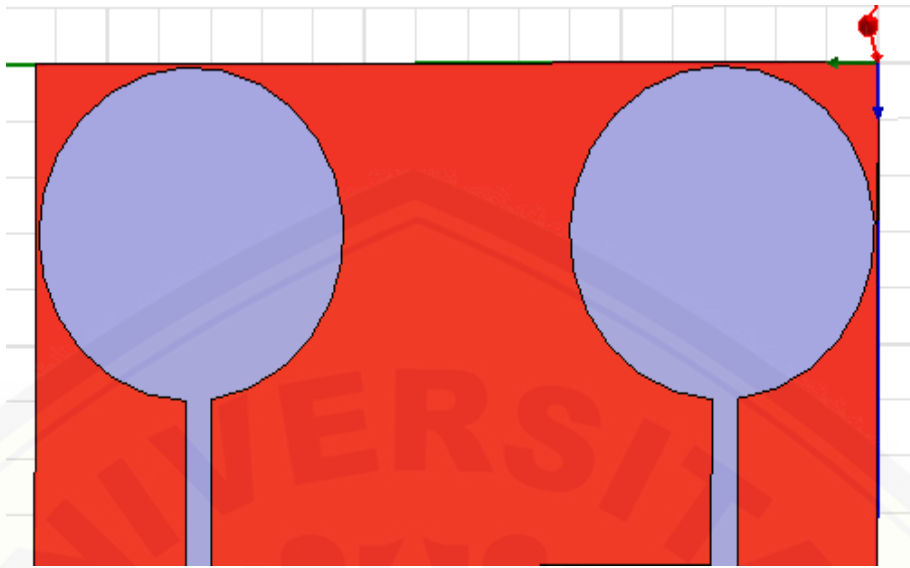
Gambar 3.13 Tampilan *ground*

9. Setelah dibuat, *ground* harus diubah terlebih dahulu dalam *perfect E*. Hal tersebut digunakan agar bidang *ground* menjadi sebuah batas bawah atau pemantul dari antena mikrostrip rancangan. Untuk membuat *perfect E*, klik *ground* terlebih dahulu, kemudian pilih HFSS > *Boundary* > *Assign* > *Perfect E*. Ubah nama menjadi *PerfE_ground* dan beri centang pada *infinite ground plane*.



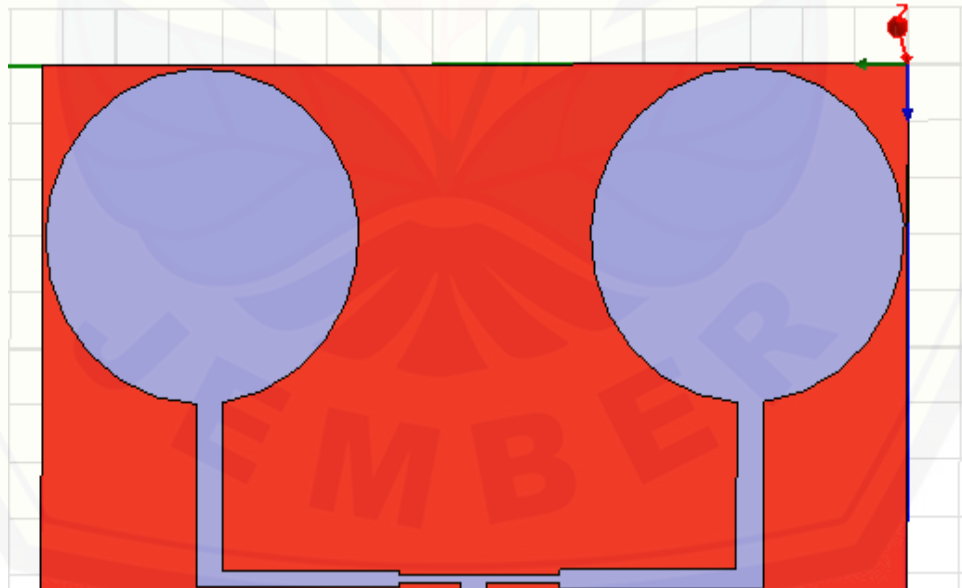
Gambar 3.14 *Perfect E* pada *ground plane*

10. Kemudian buat *patch* bentuk lingkaran dengan memilih model *circle*. Setelah memilih model *patch*, perlu untuk menentukan letak koordinat dan ukurannya. Untuk meletakkan koordinat ini dipilihlah (60.6, 60.6, 1.6) dan radiusnya 59.4 mm. Ubah nama *circle1* menjadi *Patch* kanan, kemudian untuk membuat *patch* yang kedua atau *patch* kiri kita klik menu *mirror* pada menu HFSS, setelah terbentuk *patch* kedua atau *patch* kiri kitaletakkan pada koordinat (267.2, 60.6, 1.6) dan radiusnya 59.4, kemudian buat *feed line* dengan memilih model *rectangular*. Setelah memilih model *feed line*, perlu untuk menentukan letak koordinat dan ukuran dan koordinatnya. Untuk meletakkan koordinat *feed linePatch* kanan dengan koordinat (54.42, 119, 1.6) dan *feed line patch* kedua diletakkan pada koordinat (259.2, 119, 1.6)



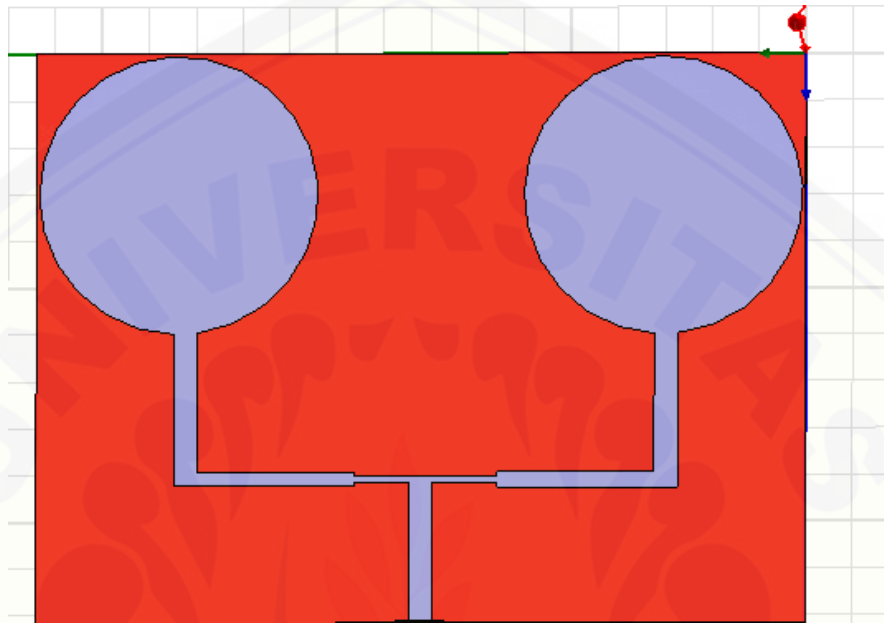
Gambar 3.15 Pembuatan Patch

11. Kemudian buat saluran pencatu dengan memilih model *rectangular*. Setelah memilih model saluran pencatu, perlu untuk menentukan koordinat dan ukurannya. Untuk meletakkan koordinat ini dipilihlah (54.42, 179, 1.6) dan radiusnya 76.89 mm untuk saluran pencatu kanan dan untuk saluran pencatu kiri diletakkan pada koordinat (129.31, 179, 1.6).



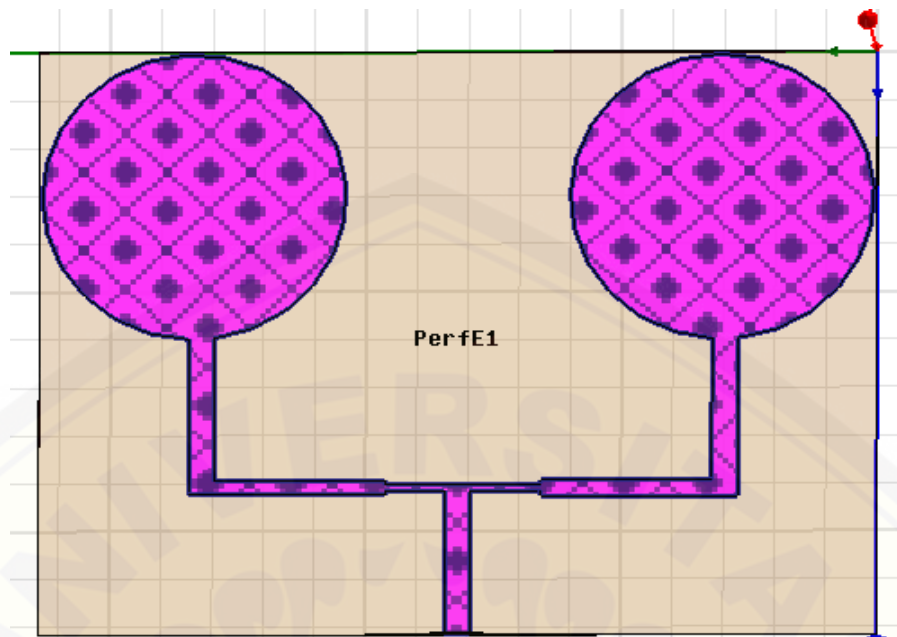
Gambar 3.16 Pembuatan saluran pencatu

12. Kemudian itu buat *transformer* dengan memilih model *rectangular*. Setelah memilih model *transformer*, perlu untuk menentukan koordinat dan ukurannya. Untuk meletakkan koordinat ini dipilihlah (131.31, 180.65, 1.6).



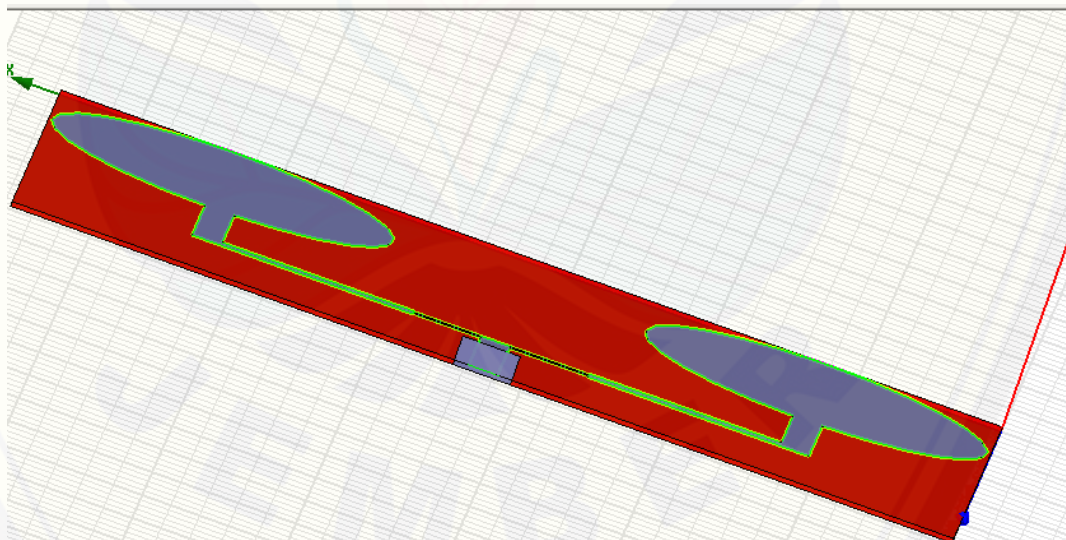
Gambar 3.17 Pembuatan *transformer*

13. Setelah membuat *patch*, *feed line* saluran pencatu dan *transformer*, perlu dirubah terlebih dahulu dalam *perfect E*. Hal tersebut dilakukan sebagai pembeda antara *patch* dan *substrat*. Untuk membuat *perfect E*, pilih *patch* kemudian klik menu HFSS > *Boundaries* > *Assign* > *Perfect E*. Ubah nama *perfect E* menjadi *PerfE_Patch* kemudian *ok*.



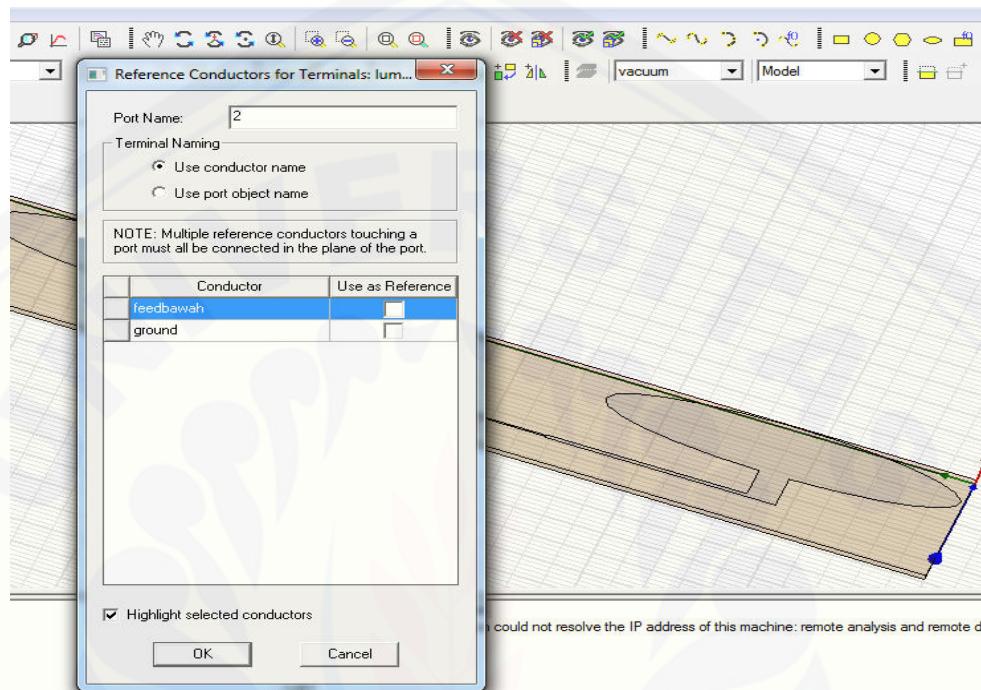
Gambar 3.18 *Perfect E* pada patch, *feed line* dan *transformer*

14. Setelah membuat pencatuan, perlu dibuat *waveportnya* yaitu dengan memilih model lingkaran (*circle*). Setelah memilih model *circle*, tentukan koordinat pada (153.81, 243.48, 0). Ubah nama *circle1* menjadi *port1*.



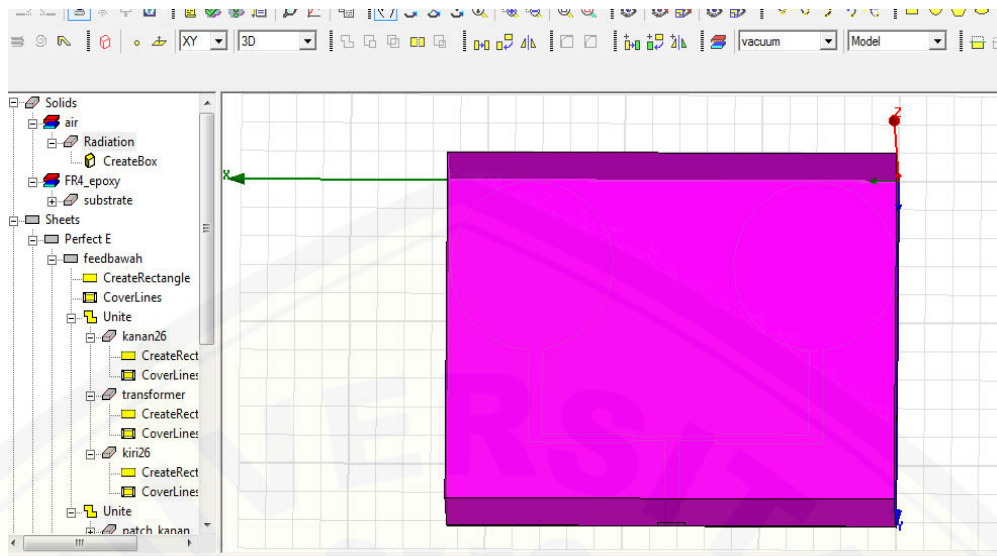
Gambar 3.19 Pembuatan *waveport*

15. Untuk menjadikan *port1* menjadi *wave port* yaitu dengan klik port1, kemudian pilih menu HFSS > Excitation > Assign > Wave port. Setelah mengikuti langkah tersebut, maka akan muncul suatu laman baru seperti dibawah ini.



Gambar 3.20 Penentuan terminal

16. Setelah memberikan *wave port*, perlu kita tambahkan juga daerah radiasi dengan mengganti jenis bahan dengan udara (*air*). Pemberian daerah radiasi ini diletakkan diatas antenna mikrostrip tersebut, karena daerah pancar berada diatas antenna. Untuk membuatnya pilih model balok (*draw box*). Untuk koordinat yang dipih adalah (0, 0, 0) dengan panjang bidang x 327.8 mm, bidang y 243.48 mm dan bidang z 78 mm. Pemilihan koordinat dan dimensi tersebut berdasarkan dari ukuran bidang antenna (mencakup seluruh permukaan antenna). Rubah nama *box1* menjadi *air*.



Gambar 3.21 Antena mikrostrip dengan daerah radiasi

17. Pilih pada daerah radiasi (*air*), klik menu HFSS > *Boundaries* > *Assign* > *Radiation*. Ganti nama menjadi *Rad1*.

Setelah melalui beberapa langkah seperti yang ditunjukkan, maka antena mikrostrip telah berhasil dirancang. Antena hasil rancangan perlu untuk dilakukan pengujian secara simulatif untuk mengetahui karakteristik antena hasil. Apabila sudah sesuai dengan yang diinginkan, penulis melanjutkan penelitian dengan membuat atau fabrikasi antena mikrostrip pada sebuah pcb berbahan *epoxy* FR4.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab analisa data dan pembahasan akan dijelaskan bagaimana hasil dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu rancang bangun antenna mikrostrip dengan metode *array* pada frekuensi 700 Mhz. Hasil yang akan dibahas meliputi analisa parameter antenna menggunakan *software* Ansoft HFSS, pembuatan *hardware* dan pengambilan data hasil yang diambil secara langsung dengan decoder DVB-T2.

4.1 Perancangan dan Analisis Antena

Dalam proses perancangan antenna sebelumnya telah ditentukan terlebih dahulu spesifikasi antenna yang akan dibuat. Pada penelitian ini akan dibuat antenna mikrostrip metode *liniar array* dengan elemen peradiasi berbentuk *circular* yang bekerja pada frekuensi 700 Mhz. Beberapa parameter antenna yang ingin dicapai sangat dipengaruhi oleh perancangan ukuran *patch*, substrat dan pencatutan antenna.

Berdasarkan implementasi antenna sebagai penangkap sinyal TV digital frekuensi kerja antenna ditentukan pada 700 Mhz maka dalam perancangan digunakanlah material PCB FR4 dengan ketebalan 1,6 mm untuk bahan substrat antenna. Setelah didapat ukuran *patch* dengan proses perhitungan selanjutnya perancangan akan menggunakan perangkat lunak HFSS milik Ansoft. Perangkat lunak tersebut dibuat bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam hal merancang antenna mikrostrip. Antenna mikrostrip rancangan yang dimaksud adalah antenna mikrostrip bentuk *circular array* dengan frekuensi kerja 700 Mhz.

Secara struktur dasar desain antenna *array* adalah penambahan sebuah elemen *patch* identik yang ditempatkan pada jarak resonansi frekuensi operasi tertentu. Proses yang dilakukan yaitu dengan menduplikat elemen *patch* menjadi 2 serta di tambahnya suatu rangkaian transformator. Untuk mendesain antenna mikrostrip *array* dibutuhkan suatu saluran yang dapat menghubungkan *patch* yang ada. Berikut ini merupakan tabel spesifikasi awal antenna mikrostrip :

Tabel 4.1 Spesifikasi awal antenna mikrostrip

Elemen Antena	Dimensi
Substrate	L : 330,2 mm W : 242.86 mm
Ground	L : 330,2 mm W : 242,86 mm
Patch	50 mm
Feed Lne	L : 58,56 mm W : 48,67 mm
T-Junction	L : 60 mm W : 26,18 mm
Wave Port	L : 10 mm W : 10 mm

Setelah kita mengetahui spesifikasi awal dari atena mikrostrip dengan ukuran dimensi seperti pada tabel 4.1, penulis melakukan beberapa iterasi pada beberapa elemen antena. Iterasi dilakukan untuk mengetahui dimensi yang paling baik untuk elemen antena seperti, *substrate*, *ground*, *patch*, *feed line*, jarak anatr elemen patach, *T-junction* dan *wave port*. Dimensi dari perancangan antena mikrostrip sangat berpengaruh terhadap hasil dari parameter uji. Oleh karena itu, penulis melakukan iterasi pada *feed line* dan *T-Junction*.

Pada perancangan ini, parameter dimensi lebar dan panjang saluran pencatu diharapkan memperoleh hasil yang maksimal melalui iterasi.

Pada perancangan ini, parameter dimensi lebar dan panjang saluran pencatu diharapkan memperoleh hasil yang maksimal melalui iterasi

Tabel 4.2 Iterasi Saluran Pencatu

Dimensi Pencatu		Frekuensi Tengah	<i>Return loss</i>	VSWR
Lebar (w)	Panjang (l)			
12	60 mm	710 Mhz	-21,018 dB	2,303 dB
10 mm	60 mm	700 Mhz	-23,196 dB	1,148 dB
11 mm	60 mm	700 Mhz	-11,066 dB	4,992 dB
4,9 mm	60 mm	680 Mhz	-12,580 dB	4,159 dB
6 mm	60 mm	690 Mhz	-17,446 dB	2,199 dB
8 mm	60 mm	690 Mhz	-12,919 dB	3,994 dB
13 mm	60 mm	670 Mhz	-12,739 dB	4,080 dB

. Hasil dari proses iterasi dimensi saluran pencatu ditunjukkan pada tabel 4.2. Dari proses iterasi ini didapatkan dimensi pencatuan atau *feed* yang lebih optimal daripada hasil perhitungan yaitu dengan lebar (w) 4 mm dan panjang (l) adalah 52 mm. Pengaruh dari dimensi pencatu sangat mempengaruhi hasil akhir dari parameter antenna. Pada proses iterasi dimensi saluran pencatu yang menjadi acuan pada perancangan yaitu parameter frekuensi tengah, *return loss*, dan VSWR.

Setelah kita mendapatkan dimensi dari saluran pencatu yang paling baik untuk diterapkan pada antenna mikrostrip, selanjutnya penulis melakukan iterasi pada *T-Junction*. Pada perancangan ini, parameter dimensi lebar dan panjang *T-Junction* diharapkan memperoleh hasil yang maksimal melalui iterasi. Hasil dari proses iterasi dimensi T-Junction atau Z ditunjukkan pada tabel 4.3

Pada perancangan ini, parameter dimensi lebar dan panjang *T-Junction* diharapkan memperoleh hasil yang maksimal melalui iterasi. Hasil dari proses iterasi dimensi T-Junction atau Z ditunjukkan pada tabel 3.3

Tabel 4.3 Iterasi *T-Junction*

Dimensi T-Junction (Z)		Frekuensi Tengah	<i>Return loss</i>	VSWR
Lebar (<i>w</i>)	Panjang (<i>l</i>)			
2,83 mm	60 mm	700 Mhz	-14,835 dB	1,459 dB
2,83 mm	60,5 mm	690 Mhz	-12,919 dB	3,994 dB
2,83 mm	61 mm	700 Mhz	-23,196 dB	1,143 dB
2,83 mm	61,5 mm	700 Mhz	-13,262 dB	1,555 dB
3 mm	60 mm	680 Mhz	-12,580 dB	4,159 dB
3 mm	61 mm	680 Mhz	-12,648 dB	4,057 dB
3 mm	61,5 mm	690 Mhz	-11,381dB	2,403 dB
3,3 mm	60 mm	700 Mhz	-22,717 dB	1,272 dB
3,3 mm	61 mm	700 Mhz	-18,352 dB	1,494 dB

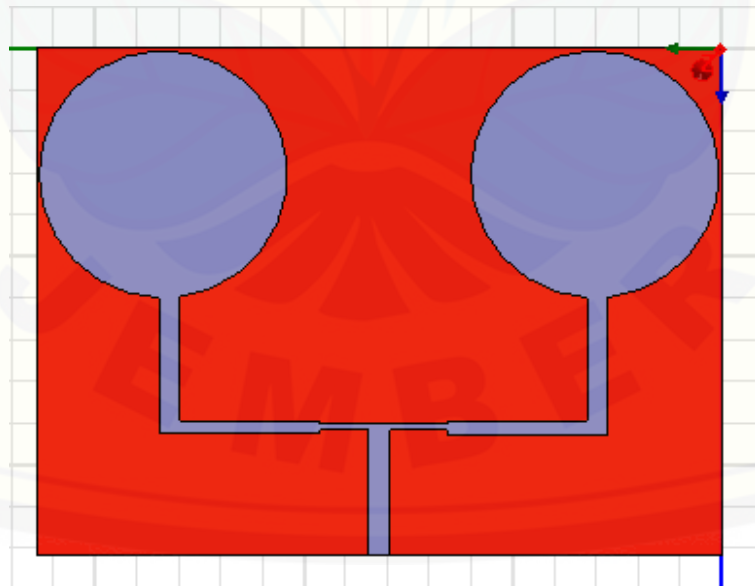
Dari proses iterasi ini didapatkan dimensi *T-Junction* atau Z yang lebih optimal daripada hasil perhitungan yaitu dengan lebar (*w*) 2,83 mm dan panjang (*l*) adalah 61 mm. Pengaruh dari dimensi pencatu sangat mempengaruhi hasil akhir dari parameter antenna. Pada proses iterasi dimensi saluran pencatu yang menjadi acuan pada perancangan yaitu parameter frekuensi tengah, *return loss*, dan VSWR.

Setelah kita selesai melakukan iterasi pada elemen antenna mikrostrip maka didapatkan spesifikasi akhir dari antenna mikrostrip seperti ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Spesifikasi akhir antenna mikrostrip

Elemen Antena	Dimensi
Substrate	L : 327,8 mm W : 243,48mm
Ground	L : 327,8 mm W : 243,48 mm
Patch	59.42 mm
Feed Lne	L : 60 mm W : 10 mm
T-Junction	L : 61 mm W : 2,83 mm
Wave Port	L : 10 mm W : 20 mm

Dari hasil spesifikasi akhir dari elemen antena yang ditunjukkan pada tabel 4.4 maka didapatkan hasil capture dari antena mikrostrip linear array patch circular sebagai penerima TV digital menggunakan *software* HFSS Ansoft terlihat pada gambar 4.1.

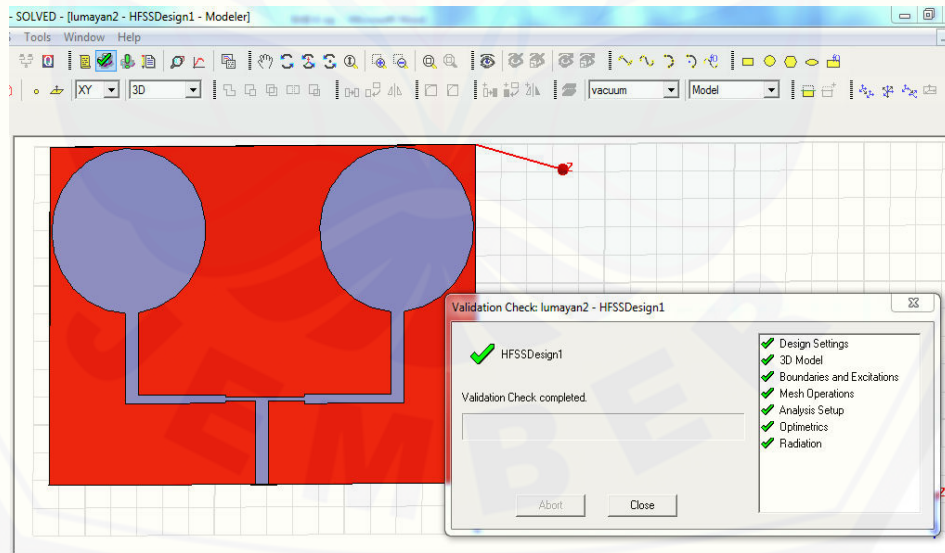


Gambar 4.1 Antena Array Patch Circular

4.2 Hasil Pengujian Antena Secara Simulasi

Pengujian yang dilakukan yaitu berdasarkan pada parameter-parameter uji yang berhubungan dengan antena mikrostrip. Parameter-parameter uji tersebut antara lain *return loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi, dan *bandwidth*. Pengujian untuk mengukur besaran parameter antena melalui beberapa tahapan untuk dapat menampilkan hasilnya analisa pada *software* HFSS Ansoft.

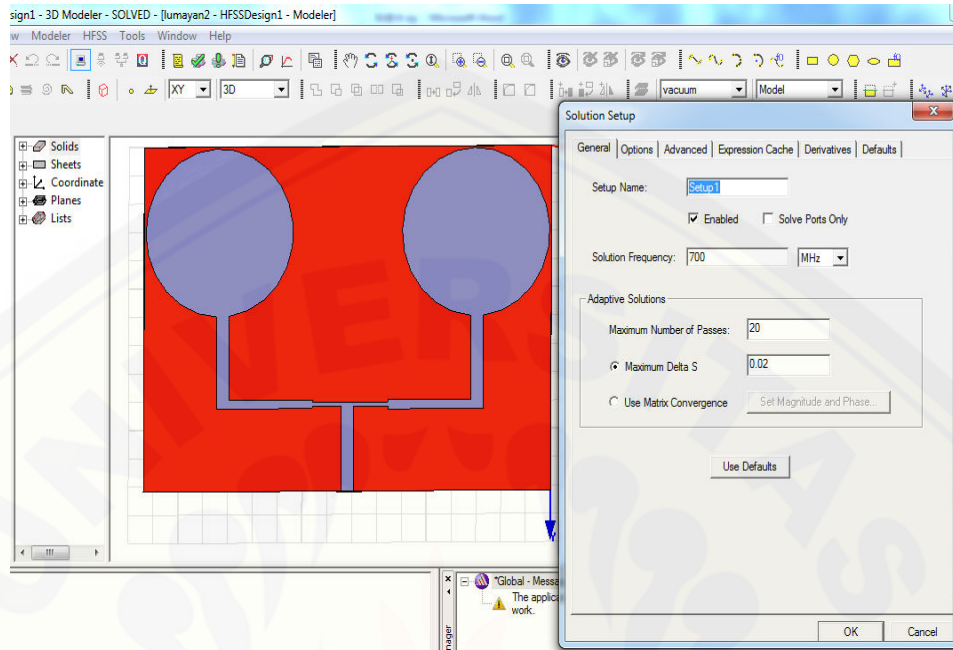
1. Setelah selesai merancang antena, maka tahapan selanjutnya mengoreksi atau memvalidasi hasil perancangan antena yang telah dibuat dengan memilih *tools validation check* pada *software* HFSS. Terlihat pada *validation check* tahapan dan konstruksi dalam perancangan antena yang dibuat. Jika semua tahapan ditandai dengan tanda centang berwarna hijau maka rancangan antena yang dibuat telah berhasil. Apabila tahapan – tahapan ditandai dengan tanda silang berwarna merah maka terjadi kesalahan atau error pada perancangan antena. Selanjutnya pilih *tools Analyze all* yang berfungsi untuk menjalankan sistem pada *software* HFSS agar dapat menganalisa parameter antena yang dirancang. Gambar 4.1 menunjukkan tampilan *validation check*.



Gambar 4.2 *Validation Check*

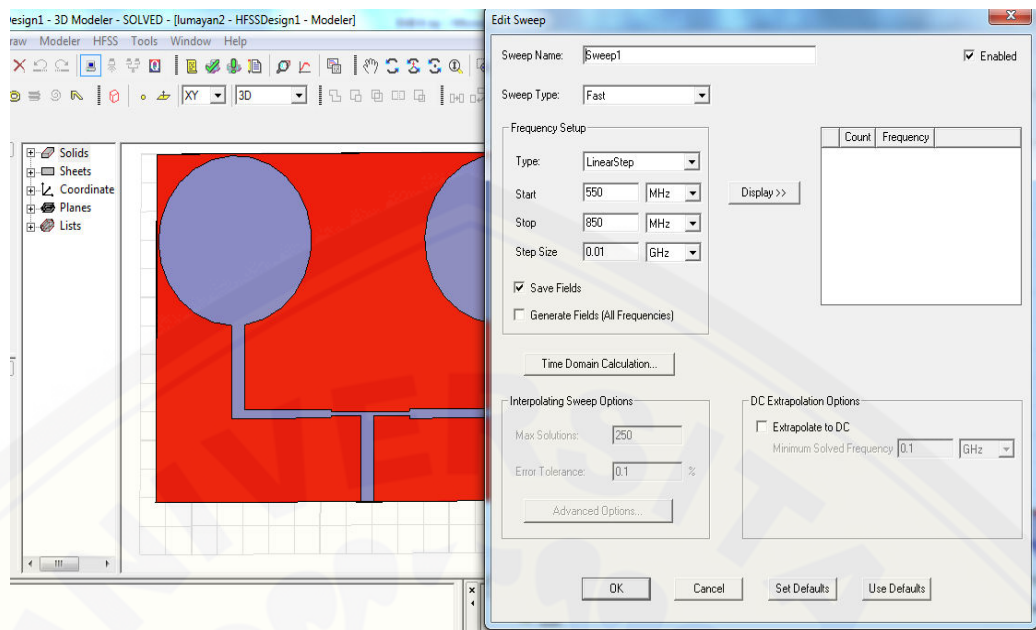
2. Untuk dapat menganalisa parameter antena maka setelah proses *Analyze All*, pilih *tools Analysis* kemudian pilih *add solution setup* untuk dapat menginputkan spesifikasi antena yang akan dianalisa. Diinputkan

frekuensi 700 Mhz untuk frekuensi kerja antenna yang dirancang. Terlihat pada gambar 4.3

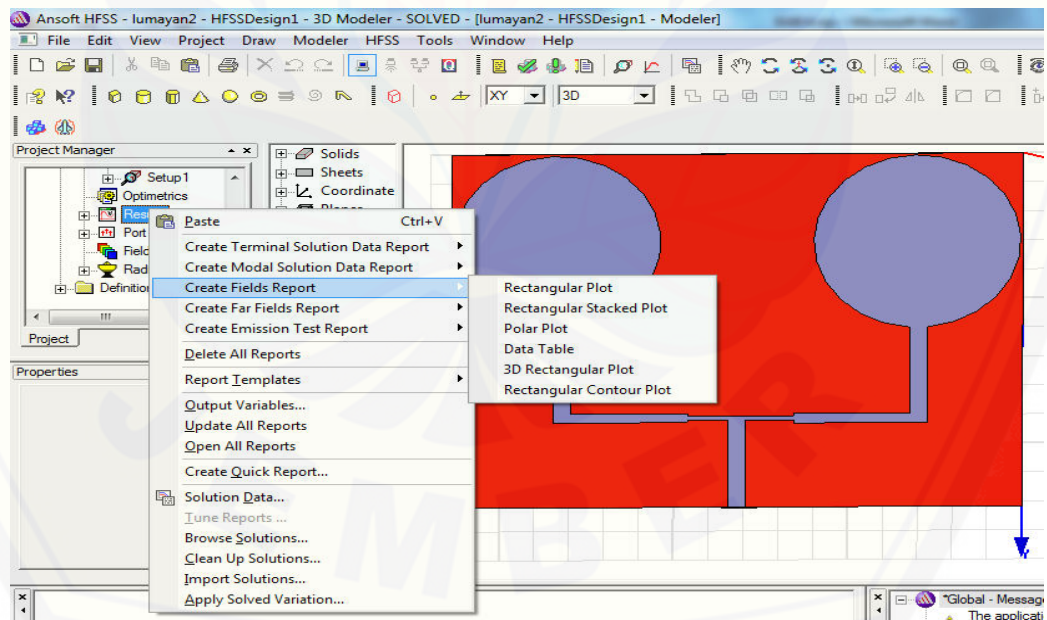


Gambar 4.3 Analysis Add Solution Setup

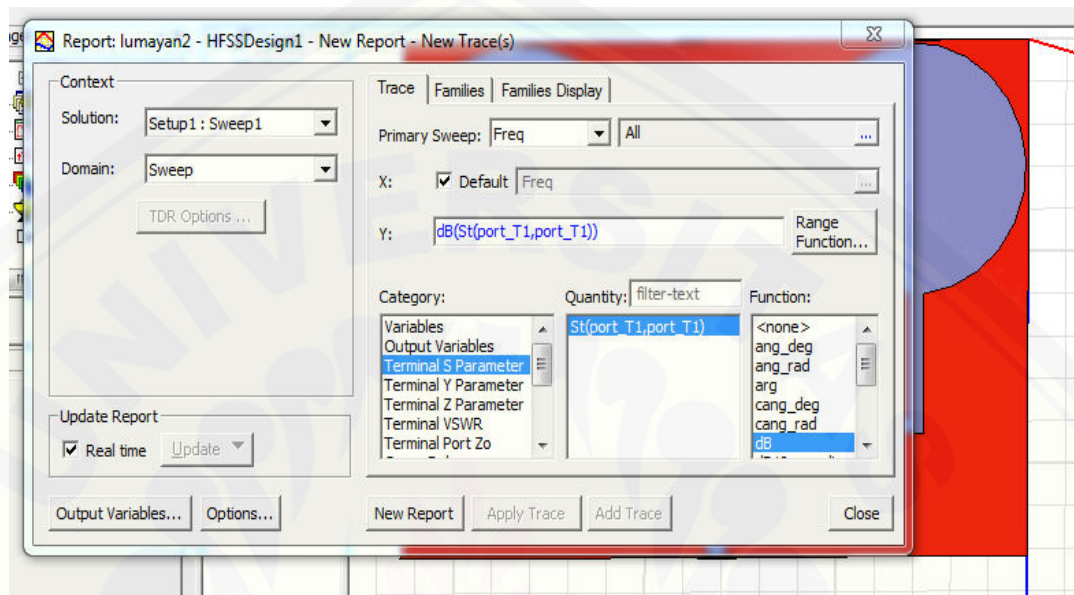
3. Pada *Analysis setup* setelah menginputkan frekuensi 700 Mhz, maka akan disetting pengujian *sweep* untuk rentang pengujian frekuensi antenna dengan *Start* 550 Mhz dan *Stop* pada frekuensi 850 Mhz. Dan juga *Step Size* diinputkan 0.01 Ghz untuk skala frekuensi yang ditampilkan. Ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut

Gambar 4.4 *Edit Sweep*

4. Untuk dapat menampilkan parameter – parameter antenna yang telah dianalisa pilih *tools Result* , kemudian pilih *Create Model Solution Data Report* dan pilih *Rectangular Plot*. Proses ini terlihat pada gambar 4.5

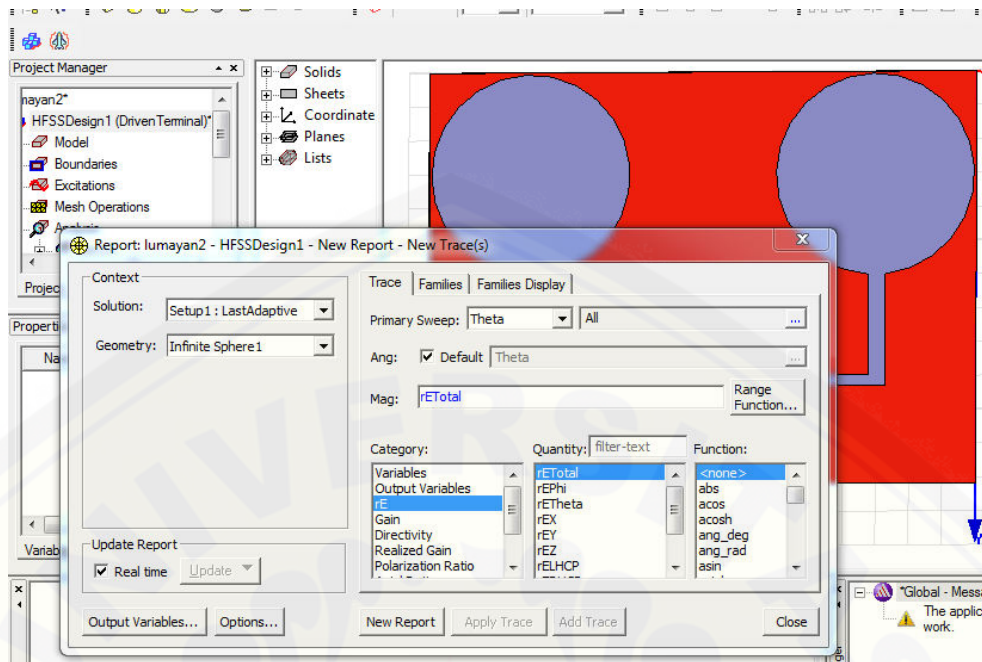
Gambar 4.5 *Result, Create Modal Solution Data Report*

- Setelah memilih *Rectangular Plot* maka yang akan muncul adalah parameter – parameter apa saja yang akan dianalisa. Pada fungsi ini yang sesuai dengan spesifikasi parameter antenna yang dicari yaitu meliputi *Return Los*, *Bandwidth* dan *VSWR*.



Gambar 4.6 *Rectangular Plot*

- Untuk menganalisa parameter antenna lainnya seperti Pola radiasi pilih *Tools Result*, kemudian pilih *Create Far Fields Report* dan klik *Radiation Pattern*. Untuk parameter *Gain* langkah yang sama pada parameter Pola radiasi hanya saja analisa *Gain* yang ditampilkan berbentuk 3D, maka pilih *3D Polar Plot*.

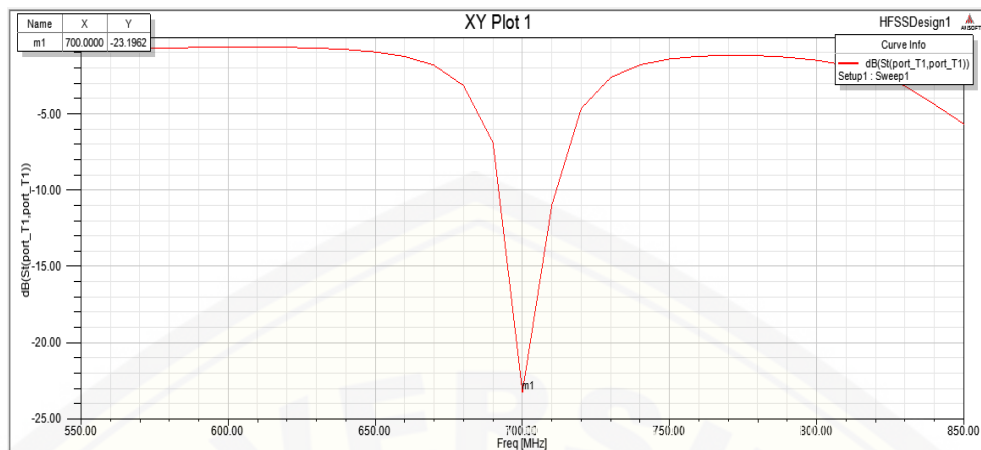


Gambar 4.7 Create Far Fields Report

4.2.1 Pengujian *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 dibandingkan dengan gelombang yang dikirim. Berdasarkan perancangan secara simulasi, hasil *return loss* dapat ditampilkan pada gambar 4.2. Seperti yang terlampir pada gambar tersebut, antenna bekerja pada frekuensi tengah 700MHz. Besar frekuensi tersebut sama dengan yang diharapkan yaitu sebagai frekuensi kerja TV digital.

Berdasarkan data simulasi, besar *return loss* yang dihasilkan sudah mencapai standar yang diinginkan yaitu sebesar <-10 dB. Hasil yang didapatkan yaitu -23.1962 dB.

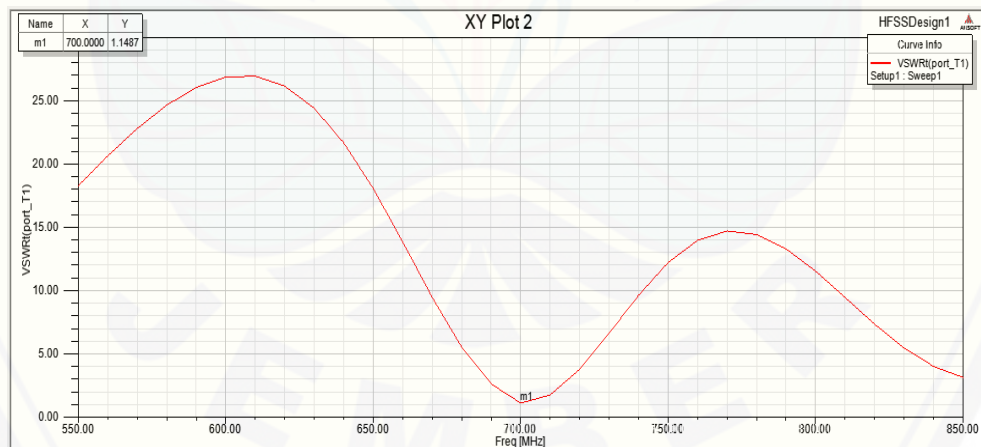


4.8 Return Loss

4.2.2 Pengujian VSWR

VSWR atau *voltage standing wave ratio* merupakan daya refleksi yang ditimbulkan apabila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan pengirim. Grafik hasil dari pengukuran VSWR dapat ditunjukkan pada gambar 4.3.

VSWR memiliki nilai ketetapan terbesar yang harus dipenuhi, nilai ketetapan tersebut haruslah memenuhi < 2 dB. Berdasarkan pada hasil perancangan yang telah dilakukan, nilai VSWR yang didapatkan adalah 1.1487 dB.

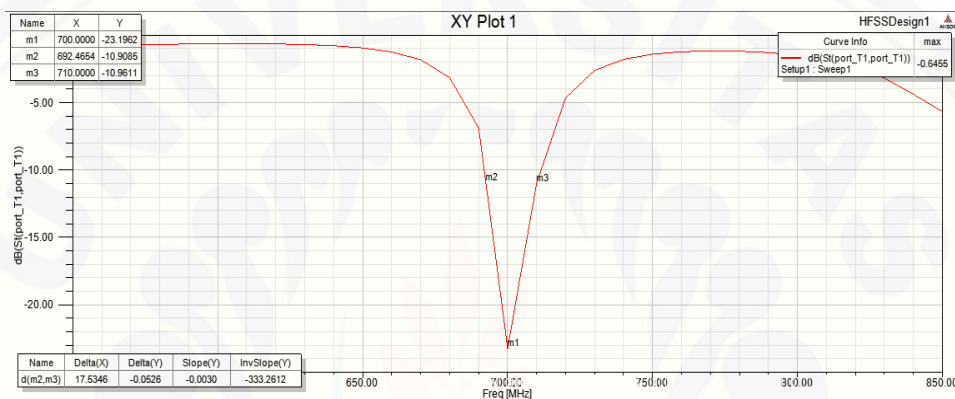


4.9 VSWR

Besar VSWR yang timbul masih dapat memenuhi standar yang diharapkan, mengingat besarnya < 2 dB. Besar VSWR berpengaruh pada timbulnya energi lain / energi disipasi yang tidak diinginkan keberadaannya yang berpengaruh terhadap kemampuan antenna menerima pancaran.

4.2.3 Pengujian *Bandwidth*

Bandwidth dapat didefinisikan sebagai rentang frekuensi kerja atau lebar pita frekuensi dimana didasarkan pada besar frekuensi maksimum (frekuensi terbesar) dan frekuensi minimum (frekuensi terkecil). *Bandwidth* pada antenna berdasarkan hasil uji didapatkan 17,5346 Mhz, berdasarkan pada pemilihan pencatuan sudah diketahui terlebih dahulu bahwa pencatuan *line feed* akan berpengaruh pada *bandwidth* yang sempit pada antenna. Nilai *bandwidth* tersebut ditunjukkan pada gambar 4.

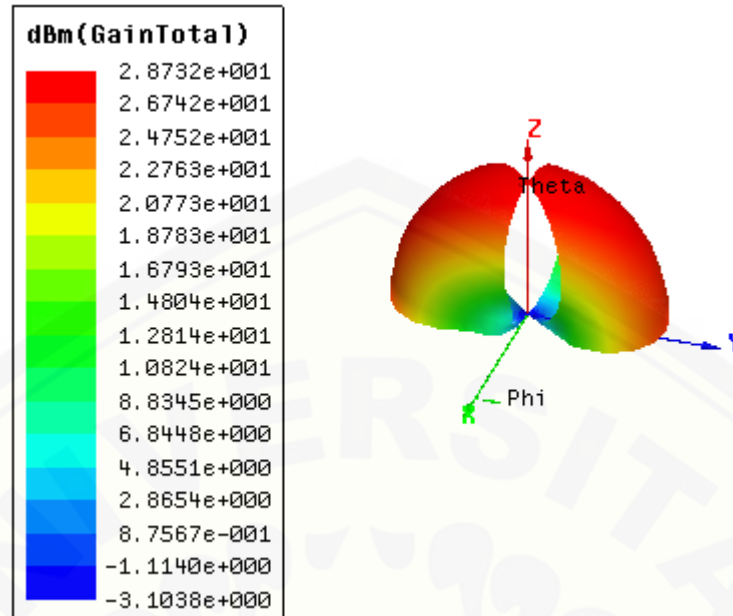


4.10 *Bandwidth*

4.2.4 Pengujian *Gain*

Gain adalah perbandingan antara rapat daya persatuan unit antenna terhadap rapat daya antenna referensi dalam arah dan daya masukan yang sama. *Gain* antenna dapat diartikan sebagai penguatan daya pancar yang dihasilkan apabila antenna tersebut digunakan.

Dari hasil simulasi didapatkan nilai gain 2.8732 dBm. Nilai tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 4.10. Berdasarkan pada hasil simulasi, nilai *gain* berbeda dengan yang diharapkan yaitu > 3 dBm.



4.11 Gain

4.3 Realisasi Antena Array

Hasil perhitungan dan hasil simulasi antena mikrostrip model circular (lingkaran) direalisasikan dengan proses *fototching*. Prototipe antena mikrostrip *circular* (lingkaran) dengan dimensi substrat mengikuti ukuran dimensi *groundplane* yaitu 32.78x24.43cm, dapat dilihat seperti dalam gambar 4.11.

Pada antena mikrostrip hasil, penyimpangan dalam orde millimeter akan sangat mempengaruhi sifat dan karakteristik antena secara umum, sehingga dalam proses fabrikasi antena harus memiliki tingkat keakuratan dan ketelitian yang sangat tinggi. Setelah melakukan proses fabrikasi, selanjutnya antena akan mengalami proses pengujian. Pengujian tersebut dilakukan secara fungsional. Uji fungsi dilakukan di beberapa tempat di kota Jember dan Malang.



Gambar 4.12 Prototipe Antena Mikrostrip

4.4 Pengujian Fungsi Antena Mikrostrip

Pengujian fungsi antena mikrostrip dilakukan pada dua tempat yaitu di kota Jember dan Malang. Pengujian tersebut dilakukan dengan cara melakukan pengujian secara langsung dengan cara melihat berapa banyak sinyal yang ditangkap oleh antena referensi maupun antena referensi. Pengujian tersebut akan mendapatkan hasil yang beragam. Hasil yang beragam disebabkan oleh ketersediaan *channels* (saluran TV) pada frekuensi tersebut dan perbedaan pada karakteristik masing-masing antena. Karakteristik yang berpengaruh dari didapatkannya data yaitu besar *gain*, *bandwidth*, pola radiasi dan polarisasi.

4.4.1 Pengujian Fungsi di Kota Jember

Pengujian pertama dilakukan di kota Jember. Pengujian tersebut didasarkan pada kemampuan antena dalam kepekaan menangkap sinyal TV digital yang tersedia di kota Jember. Dalam pengujian, didapatkan data seperti yang tercantum pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Kota Jember

Area	Ketinggian Permukaan	Antena mikrostrip		Antena referensi	
		Channels	Sinyal (0 – 6)	Channels	Sinyal (0 – 6)
Rembangan Jember	410 m	(5) Global TV , MNC TV, RCTI, Trans TV, Trans7	6	(5) Global TV, MNC TV , RCTI , Trans TV, Trans7	6
		(3) Global TV, MNC TV, RCTI..	6	(3) Global TV, MNC TV, RCTI,	0
Jl. Mastrip Tegal Boto Jember	127 m	(2) Trans TV, Trans7	4	0	0

Pada tabel 4.5, penulis melakukan pengujian pada beberapa daerah di kota Jember. Pengujian tersebut dilakukan guna menguji tangkapan antenna berdasarkan jarak antara antenna dan pemancar, serta kepekaan antenna terhadap hambatan atau redaman.

Pada kota Jember pemancar siaran analog sudah mulai bermigrasi pada siaran digital, namun masyarakat masih belum banyak yang mengetahuinya. Pemancar tersebut adalah *Trans Corp* (2 channel TV) dan *MNC Group* (3 channel TV). Saluran TV tersebut masih bisa ditangkap oleh antenna mikrostrip hasil penelitian, dengan frekuensi siaran pada frekuensi 639.25 MHz untuk *MNC Group* dan 663.25 MHz untuk *Trans Corp*.

Pengujian dilakukan berdasarkan perbedaan jarak antara pengirim (pemancar) dengan antenna pada sisi penerima (*receiver*). Perbedaan jarak tersebut didasarkan pada daerah dekat pemancar (rembangan) sampai pada jarak terjauh

dimana sinyal tidak dapat terjangkau oleh antenna. Perbedaan daerah uji tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kepekaan tangkapan antenna terhadap jarak dan ketinggian. Dengan frekuensi siaran beberapa *channel* TV tersebut, antenna tidak dapat menangkap secara baik, karena kemampuan yang memiliki bandwidth 26,5 Mhz dengan daerah pancaran 690 – 716.5 MHz.

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa pada ketinggian 410 m di daerah Rembangan dapat menangkap semua *channels* yang tersedia. Hal ini disebabkan oleh posisi antenna yang sangat dekat dengan pemancar sehingga memungkinkan sinyal dari pemancar dapat ditangkap dengan maksimal oleh antenna. Berikut hasil capture dari salah satu *channels* yang dapat ditangkap di daerah Rembangan.



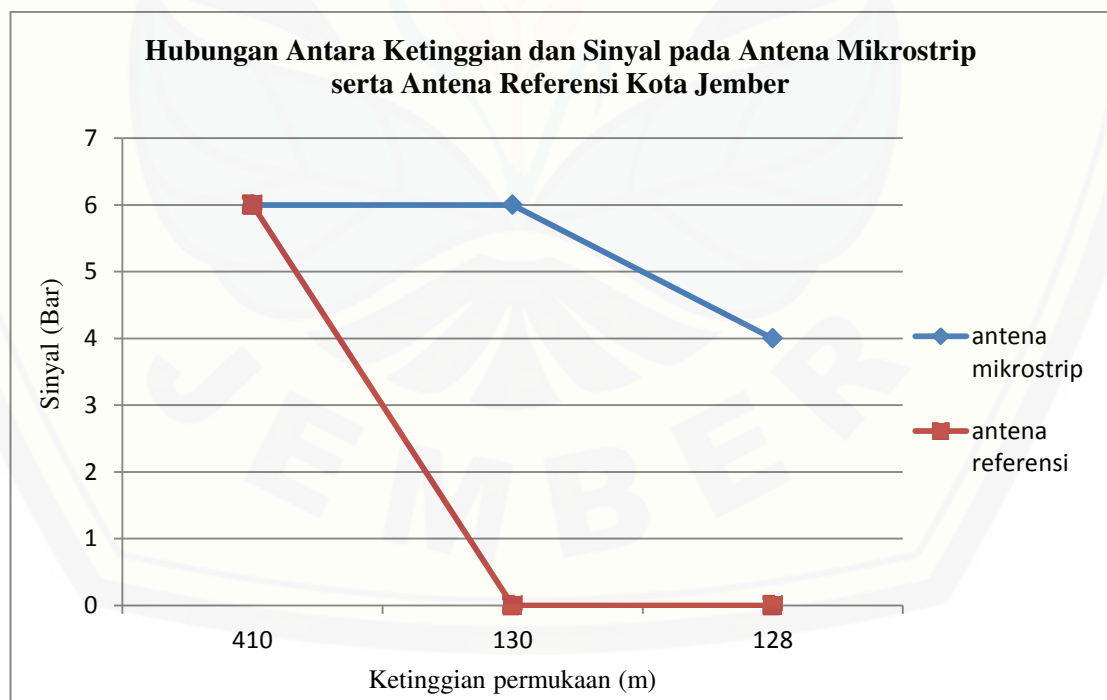
Gambar 4.13 Hasil *capture* TV digital

Dari hasil capture pada gambar 3.14 diatas dapat diketahui bahwa antenna dapat menangkap sinyal TV digital dengan baik, dimana *channels* yang dapat ditangkap dengan antenna mikrostrip mempunyai gambar dengan kualitas yang baik. Sedangkan menggunakan antenna referensi, juga mempunyai kualitas gambar yang baik. Sedangkan di daerah Tegal Gede pada ketinggian 130 m dapat menangkap sinyal dengan maksimal karena di daerah tersebut merupakan ruang bebas yang memiliki sedikit hambatan, namun pada daerah ini hanya *channels* MNC group yang dapat dapat ditangkap. Berikut merupakan hasil capture dari *channels* yang dapat ditangkap oleh antenna mikrostrip di daerah Tegal Gede.



Gambar 4.14 Hasil *capture* TV digital

Seperti terlihat pada tabel 4.5, ketinggian sangat berpengaruh pada kemampuan untuk menangkap sinyal secara baik. Hubungan tersebut dapat terlihat pada grafik yang terdapat pada gambar 4.15 dan 4.18. Ketinggian sangat berpengaruh kaitannya dengan kemampuan perangkat antena untuk menjangkau sinyal pemancar. Semakin rendah daerah uji, maka sinyal yang didapatkan semakin rendah, begitupun sebaliknya.



Gambar 4.15 Grafik Hubungan Ketinggian dan Sinyal pada Antena Mikrostrip serta Antena Referensi Kota Jember

4.4.2 Pengujian Fungsi di Kota Malang

Pengujian berikutnya yaitu dilakukan di kota Malang. Pengujian dilakukan pada beberapa tempat berbeda dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data hasil pengujian Kota Malang

Area	Ketinggian permukaan	Antena mikrostrip		Antena referensi	
		Channels	Sinyal (0 – 6)	Channels	Sinyal (0 – 6)
Jl. Sudiro Kota Batu	872 m	(5) SCTV, ANTV, Trans 7, Trans TV, Metro	6	(5) SCTV, ANTV, Trans 7, Trans TV, Metro	6
Jl. Moh. Hatta Malang	705 m	(3) SCTV, Trans 7, Trans TV	4	(3) SCTV, Trans 7, Trans TV	4
Jl. Tlogo Mas Malang	692 m	(3) SCTV, Trans 7, Trans TV	4	0	0
Singosari Malang	660 m	0	0	0	0

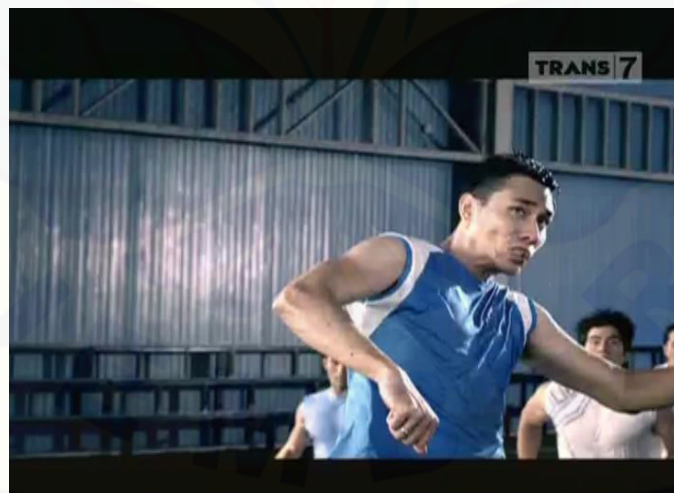
Pada kota Malang, antena mikrostrip bisa menangkap 5 *channels* TV yaitu SCTV, ANTV, Trans 7, Trans TV dan Metro TV. Kualitas gambar dari channels yang dapat ditangkap sangat baik, karena letak dari alun-alun batu cukup dekat

dengan pemancar. Berikut merupakan hasil *capture* dari salah satu *channels* yang dapat ditangkap di Alun-alun Batu .



Gambar 4.16 Hasil *capture* TV digital

Berbeda halnya dengan alun-alun Batu, di Jl. Tlogo Mas juga dapat menangkap sinyal cukup baik, namun tidak semua *channels* dapat ditangkap. Berikut merupakan hasil *capture* dari *channels* yang dapat ditangkap di Jl. Tlogo Mas.

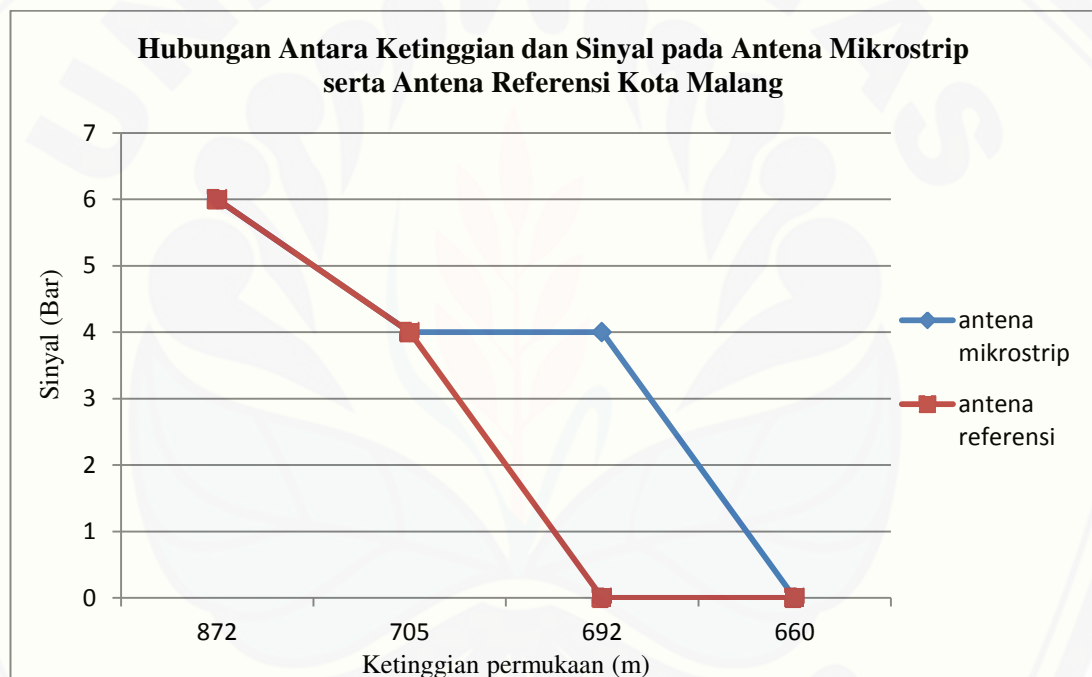


Gambar 4.17 Hasil *capture* TV digital

Sedangkan di Jl. Moh. Hatta sama halnya dengan Jl. Tlogo Mas sinyal yang ditangkap cukup baik, namun tidak semua *channels* dapat ditangkap oleh antena. Sedangkan di daerah Singosari tidak ada *channels* yang dapat ditangkap

oleh antena mikrostrip maupun antena referensi. Hal ini terjadi karena banyak gedung-gedung tinggi di daerah tersebut sehingga sinyal dari pemancar tidak dapat diterima oleh antena.

Sama halnya untuk kota Malang, ketinggian juga berpengaruh pada kemampuan antena untuk menangkap sinyal. Hubungan tersebut terlampir sebagai grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.15 dan 4.18. Ketinggian sangat berpengaruh kaitannya dengan kemampuan perangkat antena untuk menjangkau sinyal pemancar. Semakin rendah daerah uji, maka sinyal yang didapatkan semakin rendah, begitupun sebaliknya.



Gambar 4.18 Grafik Hubungan Ketinggian dan Sinyal pada Antena Mikrostrip serta Referensi kota Malang

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dari penelitian dengan judul “Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 MHz Model *Patch Circular Dengan Metode Linear Array* Sebagai Penerima TV Digital “ , maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara simulasi HFSS, antena mikrostrip yang dibuat sudah memenuhi target yang diinginkan untuk beberapa parameter. Parameter-parameter tersebut antara lain frekuensi tengah yaitu 700 MHz, *return loss* sebesar -23.1962 dB pada gambar 4.8, VSWR sebesar 1.1487 pada gambar 4.9 dB dan *Bandwidth* sebesar 17,5346 Mhz pada gambar 4.10. Hanya *gain* yang tidak memenuhi standar yang diinginkan atau $> 3\text{dBm}$. Antena mikrostrip hasil hanya memiliki nilai gain 2.8732 dBm pada gambar 4.11.
2. Ukuran *feed line*, saluran pencatu dan *T-Junction* sangat mempengaruhi hasil parameter-parameter uji dari antena, apabila kita mengurangi atau menambah besar kecilnya dimensi antena maka hasil parameter dari simulasi bisa semakin bagus atau semakin jelek yang ditunjukkan pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.
3. Ketinggian letak pengujian sangat berpengaruh pada hasil sinyal tangkapan. Apabila ketinggian dan jarak daerah uji antena mikrostrip dekat dengan pemancar maka hasil sinyal tangkapan semakin baik dan semakin rendah daerah uji, maka semakin rendah pula hasil sinyal yang dapat ditangkap. Hal tersebut dapat terlihat pada tabel, 4. 5 dan tabel 4.6.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk lebih menyempurnakan hasil penelitian ini atau untuk dikembangkan lebih lanjut yakni antara lain :

1. Pada perancangan antena dapat menggunakan *software* CST Microwave Studio untuk perancangan serta simulasi yang lebih kompleks.
2. Untuk memperoleh parameter antena yang lebih baik lagi antena *array* 2 elemen *patch* dapat di *array* lagi lebih dari 2 *patch* dan bentuk *patch circular* dapat diganti dengan bentuk lain.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan pengujian pada parameter – parameter yang belum diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfadil, Rambe, 2008. “STUDI PERANCANGAN SALURAN PENCATU UNTUK ANTENA MIKROSTRIP ARRAY ELEMEN 2X2 DENGAN PENCATUAN *APERTURE COUPLED*” Medan: Teknik Universitas Sumatera Utara
- Aminullah, Nurdin, 2015. ”RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP 700 MHz MODEL LINGKARANSEBAGAI PENERIMA TV DIGITAL” Jember: Teknik Universitas Jember
- Anggraeni, Sri 2013 “TEKNIK PATCH LOG PERIODIK UNTUK MEMPERLEBAR BANDWITH ANTENNA MIKROSTRIP PENERIMA TV” Politeknik Negeri Semarang
- Balanis, Constantine A ,2005. *Antena Theory Analysis and Design*, third edition, Canada Willey inc.
- Cahyadi, Widya. 2013. *Optimasi Desain Sistem Antena Menggunakan Algoritma Genetik untuk EM HARVESTING Pada Aplikasi Baterai Charging Handset Selular*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Dwi, Rahmat, 2011. “PERANCANGAN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DENGAN FREKUENSI 850 MHZ UNTUK APLIKASI PRAKTIKUM ANTENA”, Semarang; Politeknik Negeri Semarang.
- Fahrazal, Muhammad, 2008 . “*Rancang Bangun Antena Mikrostrip Triple-Band Linier Array 4 Elemen untuk Aplikasi Wimax*”, Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Indonesia.

Hardiati, Wahyu. (2011) “Antena *array 4 patch* mikrostrip *circular* pada frekuensi 2300-2400 MHz” Bandung: Peneliti Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET-LIPI)

Silalahi, Rambe, 2013 “ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP *PATCH* SEGIEMPAT DENGAN TEKNIK *PLANAR ARRAY*” Medan: Teknik Universitas Sumatera Utara

Pratama, I. 2013. “ Rancang Bangun Antena Mikrostrip Untuk Penerima Pada Aplikasi GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)”. Depok: Universitas Indonesia.

Wibowo, Wahyu. 2011. *Cara Cerdas Menulis Artikel Ilmiah*. Jakarta: Kompas

Wisnu, 2009. “*Desain dan Realisasi Susunan Antena Mikrostrip 12,15 GHz untuk Aplikasi Mobile VSAT pada Frekuensi Downlink Ku-Band*”, Bandung: Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Bandung.

<https://ephirahmawati.wordpress.com/2013/02/19/parameter-antena/> pada (09:50 WIB) 16/01/2015 .

LAMPIRAN

I. Data Pengujian Jember

a. Pengujian antena Mikrostrip

- Pengujian di Rembangan – Jember



- Pengujian di TegalGede – Jember

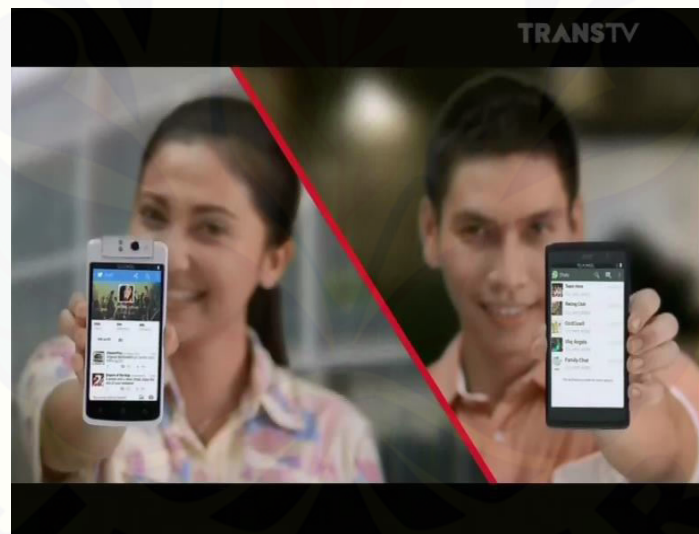


- Pengujian di Jl. Mastrip– Jember



b. Pengujian antena Referensi

- Pengujian di Rembangan – Jember



II. Data Pengujian Malang

a. Pengujian Antena Mikrostrip

- Pengujian di Jl.Sudiro – Alun-alun Batu



- Pengujian di Jl.Moh. Hatta



- Pengujian di Jl. Tlogo Mas



- b. PengujianAntenaReferensi

- Pengujian di Jl. Sudiro- Alun-alun Batu



- Pengujian di Moh. Hatta



III. Dokumentasi Alat

- a. Perangkat Antena Mikrostrip



- Kabel koaksial RG-58



- Conector coaxial to TV



b. Perangkat Antena Referensi (Monopole)



c. Perangkat set-top-box + TV Tuner

