



## **RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP PATCH SIRKULAR DENGAN METODE INSERT FEEDING UNTUK APLIKASI LTE DI FREKUENSI 2.600 MHz**

Yus Natali, ST, MT <sup>1</sup> Zulkarnain Faisal,<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Akademi Teknik Telekomunikasi Shandy Putra Jakarta

<sup>1</sup>Yus\_nabila@yahoo.com, <sup>2</sup>[Zulkarnainfaisal.23@gmail.com](mailto:Zulkarnainfaisal.23@gmail.com)

---

### **ABSTRAK**

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan antenna mikrostrip, patch yang digunakan adalah bentuk circular dengan metode insert feeding, metode ini bertujuan untuk mereduksi Vswr dan Return loss. Rancang bangun antenna mikrostrip ini yang diaplikasikan sebagai frekuensi LTE 2600 MHz. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah substrat FR4 (epoxy), yang memiliki konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) = 4.3, dengan tebal dimensi patch (h) sebesar 1.6 mm dan Dielektrik Loss Tangent ( $\tan \delta$ ) = 0.0265. Antena yang dirancang disimulasikan dan design dengan menggunakan bantuan perangkat lunak computer yaitu softwarem AWR (Advancing the wireless revolution) dan di uji pada laboratorium antenna di Universitas Indonesia. Dalam proses simulasi rancang bangun antenna hasil yang diperoleh nilai VSWR 2.5 dan nilai return loss -9.3 dB tanpa metode insert feeding. Setelah menggunakan metode insert feeding hasil vswr dan return loss berubah atau mereduksi sehingga mendapatkan nilai vswr 1.10, return loss -25.94 dB dan bandwidth yang didapatkan kurang lebih 169 MHz. Dari hasil pengukuran dengan metode insert feeding pada antenna desain awal telah berhasil meningkatkan nilai return loss dan VSWR pada antenna. Pada frekuensi kerja 2100 MHz nilai return loss meningkat dari -3,327 dB menjadi -10,32 dB sedangkan pada frekuensi kerja 2300 MHz meningkat dari -16,37 dB menjadi -18,95 dB.

**Kata kunci : Antena mikrostrip, Insert feeding, Return loss, VSWR, dan Bandwidth**

---

### **ABSTRACT**

In the study is done design antennae mikrostrip , patch used is a form of circular with the methods insert feeding , this method aims to reduce vswr and return loss .Designed wake up antennae mikrostrip this applied as frequency lte 2600 mhz. Material used in this research was a substrate fr4 ( epoxy ), having constant dielectrics ( $\epsilon_r$ ) = 4.3, With thick dimensions patches ( h ) of 1.6 mm and dielectrics loss tangent ( $\tan \delta$ ) = 0.0265. an antenna that simulated designed and designs with use some help computer software namely awr (Advancing the wireless revolution) software and in the laboratory experiment to antenna in the University of Indonesia. In the process simulation designed wake up antennae the results value vswr 2.5 and value return loss -9.3 db without method insert feeding.After using a method of insert feeding the results of vswr and return loss turned or reduce which resulted value vswr 1.10, return loss -25.94 db and bandwidth or more or less 169 mhz. Of the measurement result with the methods insert feeding upon antennae design early have managed to improve value return loss and vswr in antennae .At the frequency of work 2100 mhz value return loss increased from -3,327 db be -10,32 db while at the frequency of work 2300 mhz increased from -16,37 db be -18,95 db.

**Keywords: Microstrip Antenna, Insert feeding, Return loss, Vswr, and Bandwidth**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang.

Antena mikrostrip adalah pilihan antena yang dapat memenuhi kebutuhan sistem LTE. Antena berperan penting dalam penerimaan dan pengiriman informasi, yaitu sebagai transformator gelombang elektromagnetik dari dan ke udara [2]. Antena ini dapat dibuat dengan menggunakan substrat FR4 dengan Patch berbentuk Patch Circular dengan Metode Insert Feeding. Perancangan adalah menggunakan persamaan-persamaan klasik untuk mendesain bentuk antena, selanjutnya disimulasikan dengan menggunakan Aplikasi AWR untuk mengetahui kinerja perancangan awal dari antena, dilanjutkan dengan pengotimasian untuk mendapatkan kinerja optimumnya. Kinerja yang diukur meliputi Return Loss, VSWR dan Bandwidth. Perancangan adalah menggunakan persamaan-persamaan klasik untuk mendesain bentuk antena, selanjutnya disimulasikan dengan menggunakan Aplikasi AWR untuk mengetahui kinerja perancangan awal dari antena, dilanjutkan dengan pengotimasian untuk mendapatkan kinerja optimumnya. Kinerja yang diukur meliputi Return Loss, VSWR dan Bandwidth.

Hal ini yang melatar belakangi penulis untuk mengambil tema Dengan judul "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular dengan Metode Insert Feeding Untuk aplikasi LTE Di Frekuensi 2.600 MHz" .

### 1.2. Maksud dan Tujuan

Proyek Akhir yang berjudul "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular dengan Metode Insert Feeding Untuk aplikasi LTE Di Frekuensi 2.600 MHz" Berdasarkan pada judul proyek akhir ini dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu di antaranya:

1. Apa Merancang Antena Mikrostrip Patch Circular dengan Metode Insert Feeding pada frekuensi 2600 MHz yang mampu bekerja untuk aplikasi LTE.
2. Merancang Antena Mikrostrip Patch Circular dengan Metode Insert Feeding yang bertujuan untuk Mereduksi VSWR dan RL.
3. Merancang Antena Mikrostrip Patch Circular untuk aplikasi 4G LTE di Frekuensi 2.600 Mhz dengan adanya Metode Insert feeding yang memiliki nilai Return Loss <-10 db dan VSWR < 2.

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan dari permasalahan yang dibahas dalam penyusunan tugas akhir ini adalah antara lain :

1. Antena yang dirancang adalah Mikrostrip yang berbentuk Patch Circular dengan Metode Insert Feeding pada frekuensi 2.600 MHz
2. Bahan substrat yang digunakan adalah FR 4 epox
3. Saluran pencatu yang digunakan adalah pencatu tidak langsung (mikrostrip line)
4. Antena yang dirancang di Frekuensi 2.600 MHz untuk aplikasi LTE dengan menggunakan Metode Insert Feeding untuk mereduksi Nilai Return Loss (RL) dan VSWR
5. Parameter yang diamati adalah RL (Return Loss), VSWR (Voltage Standing Wave Ratio), dan Bandwidth

### 1.4. Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan identifikasi masalah diatas, maka permasalahan yang akan dipecahkan dalam penulisan proyek akhir ini yaitu :

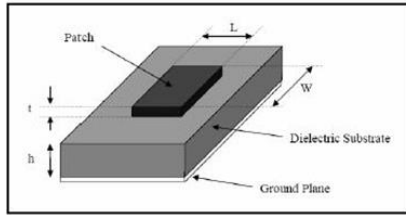
1. Bagaimana merancang Antena Mikrostrip Patch Circular dengan Metode Insert Feeding pada frekuensi 2.600 Mhz yang mampu bekerja untuk aplikasi LTE ?
2. Bagaimana merancang Antena Mikrostrip Patch Circular dengan Metode Insert Feeding yang bertujuan untuk Mereduksi VSWR dan RL ?
3. Bagaimana merancang Antena Mikrostrip Patch Circular untuk aplikasi 4G LTE di Frekuensi 2.600 Mhz dengan adanya Metode Insert feeding yang memiliki nilai Return Loss <-10 db dan VSWR < 2 ?

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950 dan perkembangannya dilakukan secara serius pada tahun 1970. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang paling populer saat ini. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat. Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik seperti tampak pada Gambar 2.1. Antena Mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal 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, akan tetapi antena Mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu:

bandwidth yang sempit, gain dan directivity yang kecil, serta efisiensi rendah.[4]

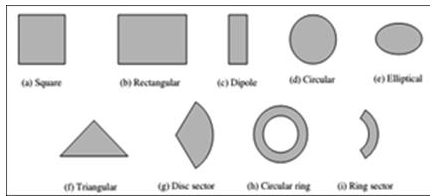


Gambar 2.1 Struktur Antena Mikrostrip

2.2. Jenis-Jenis Antena Mikrostrip

Berdasarkan bentuk patch-nya antena mikrostrip terbagi menjadi beberapa jenis yaitu [6]:

1. Antena mikrostrip patch persegi (square)
2. Antena mikrostrip patch persegi panjang (rectangular)
3. Antena mikrostrip patch dipole
4. Antena mikrostrip patch lingkaran (circular)
5. Antena mikrostrip patch elips (elliptical)
6. Antena mikrostrip patch segitiga (triangular)
7. Antena mikrostrip patch disk sector
8. Antena mikrostrip patch circular ring
9. Antena mikrostrip patch ring sector



Gambar 2.2 Jenis-jenis patch antena mikrostrip

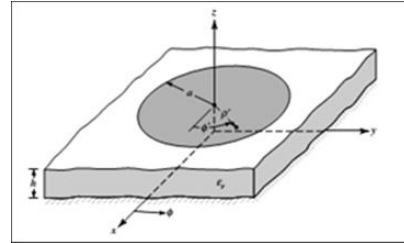
Dielektrik merupakan komponen penting pada Antena Mikrostrip. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui karakteristik dari dielektrik tersebut dengan mengetahui permitivitas relatif atau konstanta dielektrik.

FR-4 adalah singkatan dan Flame Retardant 4, merupakan jenis bahan yang paling banyak digunakan untuk membuat Printed Circuit Board (PCB). Harga FR4-Epoxy yang murah dan memiliki sifat mekanik yang baik membuatnya sering digunakan untuk produksi massal produk konsumen elektronik, termasuk sistem microwave dan antena. [7]

2.3 Antena Mikrostrip Patch cirkular

Antena mikrostrip circular adalah antena dengan bentuk patch lingkaran atau disebut patch circular. Mikrostrip patch circular memiliki performa yang sama dengan antena mikrostrip patch

segi empat. Pada aplikasi tertentu, seperti array, patch circular mempunyai keuntungan dibandingkan dengan patch yang lain. Keunggulan mikrostrip circular untuk tinggi substratnya yang kecil  $h \ll \lambda$  [6].



Gambar 2.3 Antena mikrostrip patch circular Antena Mikrostrip Patch Lingkaran Untuk menghitung nilai “a” jari-jari bidang lingkaran dapat diperoleh dari : [6]

$$a = \frac{F}{\sqrt{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[ \ln \left( \frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}}} \dots \dots \dots (2.1)$$

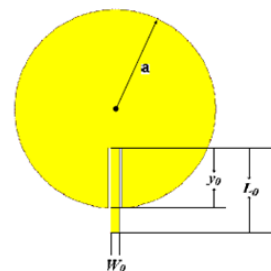
Dengan :

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

- KET :
- a = jari-jari untuk lingkaran
  - $\epsilon_r$  = Konstanta substrat
  - H = ketebalan substrat
  - Fr = Frekuensi resonansi (kerja)
  - F = fungsi logaritmik elemen paradiasi

2.4 Metode Teknik Insert Feeding

Konsep Model pencatutan langsung saluran transmisi dapat dilakukan menjadi teknik insert feeding dengan catuan langsung model saluran transmisi (Mikrostrip-line-insert-feeding patch antena). Teknik insert feeding ini memungkinkan untuk mencari lokasi insert feeding pada (Zin) impedansi input 50 ohm. Mekanisme teknik pencatutan sangat mempengaruhi rancangan antena patch mikrostrip. Pemodelan saluran transmisi ini cocok digunakan untuk membuat antena mikrostrip dengan gain yang tinggi. Posisi dari insert feeding tersebut akan menentukan impedansi masukan dari antena patch tersebut. Untuk subtrack dengan dielektrik yang kecil telah dilakukan percobaan dengan menggunakan insert feeding untuk impedansi input memiliki karakteristik sebagai berikut :[8]



Gambar 2.4 Teknik insert feeding

menyatakan antena patch mikrostrip dengan insert feeding. Parameter,  $h$ ,  $L$ ,  $W$ ,  $w_f$ , dan  $Y_0$ . Menyatakan substrate dielectric constant, thickness, patch length, patch width, feed line width, dan jarak feeding line insert. Impedansi input dari antena mikrostrip patch sangat ditentukan dari jarak insert  $Y_0$  dan jarak antara pencatu dengan konduktor pencatu  $w_f$ . Panjang dari insert feeding ini tidak akan mempengaruhi frekuensi resonansi, tetapi jaraknya yang akan mempengaruhi frekuensi resonansi.

**2.5 Parameter-parameter Antena Mikrostrip**

Parameter-parameter antena adalah sesuatu yang dapat menjelaskan unjuk kerja suatu antena. [9]

**2.5.1 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 dibanding dengan gelombang yang dikirim. 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. [9]

$$\tau = \frac{V_o^-}{V_o^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots(2.3)$$

**2.5.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)**

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

$$\tau = \frac{V_o^-}{V_o^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana  $Z_L$  adalah impedansi beban (load) dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran lossless. Koefisien refleksi tegangan memiliki nilai kompleks, yang mempresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari

refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari adalah nol, maka: [9]

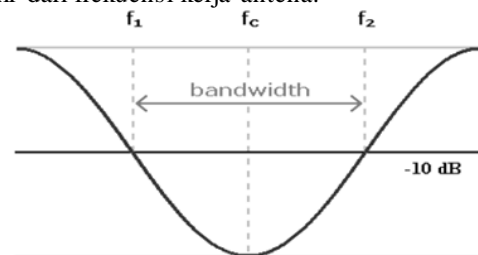
- $\tau = -1$  : refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.
- $\tau = 0$  : tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan matched sempurna.
- $\tau = +1$  : refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah:

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |\tau|}{1 - |\tau|} \dots\dots\dots(2.5)$$

**2.5.3 Bandwidth**

Bandwidth atau lebar pita frekuensi (Gambar 2.7) suatu antena didefinisikan sebagai besar rentang frekuensi kerja dari suatu antena, di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, beamwidth, polarisasi, gain, efisiensi, VSWR, return loss, axial ratio) memenuhi spesifikasi standar. Nilai bandwidth dapat diketahui apabila nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas dari suatu antena sudah diketahui. Frekuensi bawah adalah nilai frekuensi awal dari frekuensi kerja antena, sedangkan frekuensi atas merupakan nilai frekuensi akhir dari frekuensi kerja antena.



Gambar 2.5 Rentang Frekuensi Yang Menjadi Bandwidth

Dengan melihat Gambar 2.7 bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

$$F_c = \frac{f_2 + f_1}{2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Ket :

- BW = Bandwidth (%)
- F2 = Frekuensi tertinggi (GHz)
- F1 = Frekuensi terendah (GHz)
- Fc = Frekuensi tengah (GHz)

**2.6 LTE (Long Term Evolution)**

Teknologi Long Term Evolution (LTE) merupakan standar terbaru teknologi jaringan bergerak, sebagai perkembangan dari GSM (Global System for Mobile Communication) / EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution) dan UMTS (Universal Mobile Telephone Standard) / HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). LTE mampu memberikan kecepatan downlink

hingga 100 Mbps dan uplink hingga 50 Mbps. Long Term Evolution adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah projek dari Third Generation Partnership Project (3GPP) untuk memperbaiki standar mobile phone generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA.[10]

LTE ini merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G). Pada UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada HSPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi downlink dan 5,6 Mbps pada sisi uplink, pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi downlink dan 50 Mbps pada sisi uplink

Spesifikasi Band frekuensi LTE paired yang telah di oleh 3GPP dapat dilihat pada tabel 2.1 dan spesifikasi band frekuensi unpaired dapat dilihat pada tabel 2.2 Dan band frekuensi lainnya akan ditambahkan selama proses standarisasi. Dalam kasus terbaik di eropa terdapat lebih dari 600MHz spektrum yang tersedia untuk operator mobile menempati frekuensi 800, 900, 2100, dan 2600MHz dengan teknik Frekuensi Division Duplex (FDD) dan Time Division Duplex (TDD).[10]

Tabel 2.1 Penempatan Band frekuensi pada Teknik Duplex TDD

Operating band	3GPP name	Total spectrum	Uplink and downlink (MHz)
Band 33	UMTS TDD1	1 × 20 MHz	1900–1920
Band 34	UMTS TDD2	1 × 15 MHz	2010–2025
Band 35	US1900 UL	1 × 60 MHz	1850–1910
Band 36	US1900 DL	1 × 60 MHz	1930–1990
Band 37	US1900	1 × 20 MHz	1910–1930
Band 38	2600	1 × 50 MHz	2570–2620
Band 39	UMTS TDD	1 × 40 MHz	1880–1920
Band 40	2300	1 × 100 MHz	2300–2400
Band 41	2600 US	1 × 194 MHz	2496–2690

Tabel 2.2 Penempatan Band frekuensi pada Teknik Duplex FDD

Operating band	3GPP name	Total spectrum	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
Band 1	2100	2 × 60 MHz	1920–1980	2110–2170
Band 2	1900	2 × 60 MHz	1850–1910	1930–1990
Band 3	1800	2 × 75 MHz	1710–1785	1805–1880
Band 4	1700/2100	2 × 45 MHz	1710–1755	2110–2155
Band 5	850	2 × 25 MHz	824–849	869–894
Band 6	800	2 × 10 MHz	830–840	875–885
Band 7	2600	2 × 70 MHz	2500–2570	2620–2690
Band 8	900	2 × 35 MHz	880–915	925–960
Band 9	1700	2 × 35 MHz	1750–1785	1845–1880
Band 10	1700/2100	2 × 60 MHz	1710–1770	2110–2170
Band 11	1500	2 × 25 MHz	1427.9–1452.9	1475.9–1500.9
Band 12	US700	2 × 18 MHz	698–716	728–746
Band 13	US700	2 × 10 MHz	777–787	746–756
Band 14	US700	2 × 10 MHz	788–798	758–768
Band 17	US700	2 × 12 MHz	704–716	734–746
Band 18	Japan800	2 × 15 MHz	815–830	860–875
Band 19	Japan800	2 × 15 MHz	830–845	875–890
Band 20	EU800	2 × 30 MHz	832–862	791–821
Band 21	1500	2 × 15 MHz	1447.9–1462.9	1495.9–1510.9
Band 22	3500	2 × 90 MHz	3410–3500	3510–3600
Band 23	S-band	2 × 20 MHz	2000–2020	2180–2200
Band 24	L-band	2 × 34 MHz	1626.5–1660.5	1525–1559



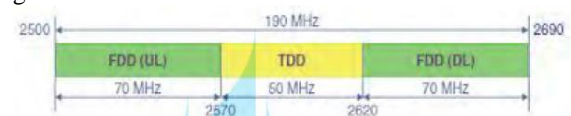
Gambar 2.6 FDD dan TDD pada LTE

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat bahwa dalam teknik FDD lebih banyak menggunakan spektrum frekuensi yang tersedia. FDD lebih unggul dalam menangani latency dibandingkan TDD karena kanal harus lebih lama menunggu waktu pemrosesan dalam multiplexing. Interface radio LTE mendukung frequency division duplex dan time division duplex (TDD), yang masing-masing memiliki struktur frame yang berbeda-beda. Pada LTE terdapat 15 band operasi FDD dan 9 band operasi TDD pada LTE.

LTE juga dapat menggunakan fasilitas half-duplex FDD yang mengizinkan sharing hardware di antara uplink dan downlink dimana koneksi uplink dan downlink tidak digunakan secara simultan. LTE dapat menggunakan kembali semua band frekuensi yang digunakan pada UMTS. [10]

### 2.6.1 LTE 2600 MHz

Ini adalah LTE pertama kali serta terbesar bandwidthnya, rencananya akan digunakan oleh teknologi TDD seperti WIMAX. Namun diawal-awal pembangunan jaringan LTE, spektrum 2.6 GHz diadopsi untuk percepatan roll out. Juga spektrum tersebut didukung oleh pabrikan hand phone. Pengaturan spektrum 2.6 GHz diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7 : Pengaturan Frekuensi pada LTE 2600 MHz

Terdapat 70 MHz untuk LTE FDD dan 50 MHz untuk LTE TDD atau WIMAX. Untuk menghindari interferensi antara FDD dan TDD diberikan guardband sebesar 5 MHz. [10]

### 3. PERANCANGAN ANTENA

Pada pembuatan Antena microstrip circular dengan beban Insert Feeding aplikasi LTE di Frekuensi 2600 Mhz, penulis membutuhkan beberapa komponen, diantaranya adalah komponen

perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan untuk membantu dalam pengukuran antenna maupun pengolahan data. Diperjelas dengan flowchart aplikasi, adapun komponen penunjang software dan hardware adalah sebagai berikut :

**1. Software :**

- a. AWR (Advancing the wireless revolution) Microwave 2009

adalah penggabungan dari microwave office dan office analog yang merupakan perangkat lunak untuk mendesain dan menganalisis alat integrasi yang kuat untuk RF, microwave, millimeterwave, analog dan desain RFIC. Microwave office dan office analog digunakan untuk merancang desain sirkuit yang linear dan non-linear dan struktur EM serta menghasilkan tata letak representasi dari hasil desain tersebut.

- b. Microsoft Visio Professional 2013

Perangkat ini digunakan untuk menggambarkan hasil rancangan Antena microstrip yang didapat melalui simulasi, sehingga dapat dicetak sesuai ukuran sebenarnya.

**2. Hardware :**

- a. Laptop

Perangkat ini digunakan untuk membantu dalam penginstalan aplikasi yang mendukung dalam membuat Antena microstrip. Laptop HP 14-g102AU adalah hardware yang digunakan dalam membuat Antena Microstrip dengan simulasi dan Perhitungan, Rancang Bangun Antena Mikrostrip Circular Dengan Insert Feeding Untuk aplikasi LTE di Frekuensi 2.600 MHz

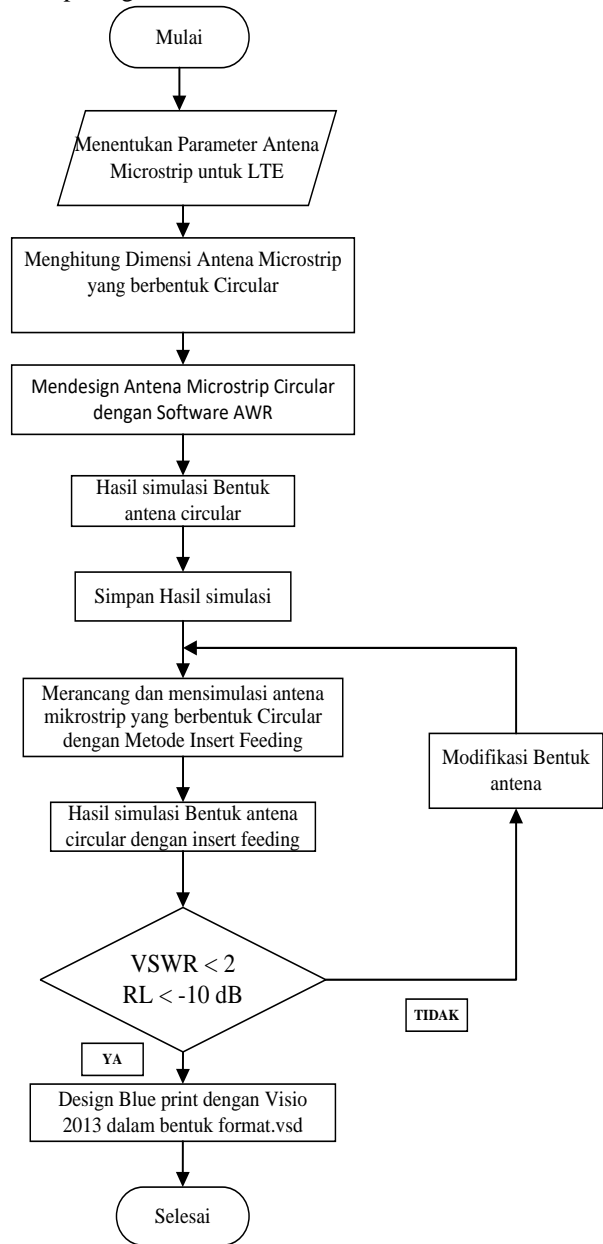
**3.1 Diagram Alir**

- a. Flowchart

Proses perancangan antenna dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari menentukan frekuensi kerja 2600 Mhz. Kemudian menentukan parameter-parameter yaitu vswr, return loss dan bandwidth. Setelah beberapa hal diatas telah dilakukan maka perancangan antenna sudah dapat dilakukan, yaitu menentukan dan menghitung dimensi patch, menghitung dimensi pencatu, melakukan simulasi antenna yang telah dirancang dan melakukan rancang bangun antenna.

Pada penelitian ini dilakukan perancangan awal antenna yang berbentuk Circular tanpa diberikan beban Insert Feeding dengan perangkat lunak yaitu AWR. Adapun indikator parameter antenna mikrostrip yang akan dicapai adalah antara lain meliputi parameter return loss dan VSWR. Parameter return loss yang diharapkan adalah <-10

dB dan VSWR < 2. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Flowchart perancangan antenamicrostrip

Proses perancangan antenna diawali dengan melakukan perhitungan desain awal antenna yang bekerja pada frekuensi 2600 MHz (aplikasi LTE) tanpa beban Insert Feeding. Setelah itu diperoleh hasil yang maksimal pada frekuensi 2600 MHz maka akan dilakukan optimasi dengan menggunakan Metode Insert Feeding untuk mereduksi ukuran RL (Return Loss) dan VSWR Dalam perancangan ini digunakan perangkat lunak dengan Application AWR (Advancing the wireless revolution) untuk melakukan design dan simulasi parameter antenna. Setelah diperoleh hasil simulasi yang baik maka akan dilakukan proses fabrikasi yang selanjutnya akan dilakukan untuk diuji di Lab.

### 3.2 Perancangan Antena Mikrostrip Patch Cirkular

Tahapan perancangan antena pertama kali adalah menentukan karakteristik antena yang diinginkan. Karakteristik antena yang dimaksud yaitu frekuensi kerja, return loss, dan VSWR. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan yaitu:

1. rekuensi Kerja : 2600 MHz
2. Impedansi terminal : 50 Ω
3. VSWR : < 2
4. Return Loss < -10 dB
5. Bandwidth : > 100 MHz

Setiap substrat memiliki parameter yang berbeda – beda. Oleh karena itu, perlu ditentukan terlebih dahulu jenis substrat yang akan digunakan sebagai antena mikrostrip. Jenis substrat yang digunakan adalah FR4 Epoxy dengan parameter sebagai berikut.

Tabel 3.2 Parameter pada antena microstrip circular

Jenis Substrat	FR4 epoxy
Konstanta Dielektrik Relatif ( $\epsilon_r$ )	4,3
Dielektrik Loss Tangent ( $\tan \delta$ )	0.0265
Ketebalan substrat ( $h$ )	1.6 mm
Frekuensi kerja ( $f_r$ )	2600 MHz
Impedansi karakteristik saluran	50 Ω

### 3.3 Perancangan Dimensi Saluran Transmisi

Model saluran transmisi yang digunakan dalam perancangan ini adalah model inset feed, sedangkan nilai impedansi saluran transmisi yang direncanakan adalah 50 Ω. Desain untuk model inset feed didapatkan dengan persamaan sebagai berikut: [8]

$$Y_0 = 0.3 \times d \dots\dots\dots(3.1)$$

KET :  $Y_0$  = panjang inset feeding  
 $d$  = Radius elemen peradiasi

dengan  $d$  adalah diameter elemen peradiasi sehingga mendapatkan panjang inset feedingnya. Untuk elemen peradiasi dengan frekuensi 2600 MHz, didapatkan nilai :

$$Y_0 = 0.3 \times d$$

$$Y_0 = 0.3 \times 0.5 \times 1.415 \text{ cm}$$

$$Y_0 = 0.212 \text{ cm}$$

$$Y_0 = 2.12 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan dimensi saluran transmisi mikrostrip  $W$  (Lebar Transmisi) dapat digunakan persamaan di bawah ini : [11]

$$W = h \times A \dots\dots\dots(3.2)$$

KET :  $W$  = Lebar Transmisi  
 $A$  = Radius Saluran Transmisi

Maka, Diketahui :  
 $Z_0 = 50 \Omega$

$$\epsilon_r = 4.3$$

$$h = 1.6 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

Untuk mendapatkan nilai  $A$  :

$$A = \frac{Z_0}{60} \left[ \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right]^{0.5} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \times \left[ 0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right] \dots\dots\dots(3.3)$$

$$A = \frac{50}{60} \left[ \frac{4.3 + 1}{2} \right]^{0.5} + \frac{4.3 - 1}{4.3 + 1} \times \left[ 0.23 + \frac{0.11}{4.3} \right]$$

$$A = 1.5157$$

Dan dimana :

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^{1.5157}}{e^{2 \times 1.5157} - 2}$$

$$\frac{w}{h} = 1.9449$$

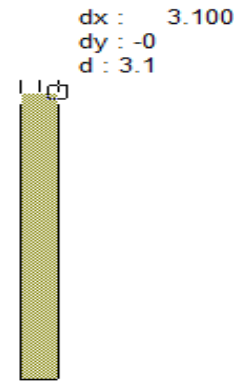
Sehingga :

$$W = h \times A$$

$$W = 1.6 \times 1.9449$$

$$W = 3.1 \text{ mm}$$

Jadi nilai lebar saluran Transmisi ( $w$ ) yaitu = 3.1 mm



Gambar 3.2 Lebar Saluran Transmisi

Untuk mencari dengan menggunakan persamaan (3.5) sebagai berikut : [11]

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + \left( \frac{10}{u} \right)^{-2ab} \right) \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{4.3 + 1}{2} + \frac{4.3 - 1}{2} \left( 1 + \frac{10}{1.9449} \right)^{-0.5413}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{5.3}{2} + \frac{3.3}{2} \times 0.3743701371$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = 3.267710726$$

Yang mana :

$$a = 1 + \frac{1}{49} \ln \left[ \frac{u^4 + \left( \frac{u}{52} \right)^2}{u^4 + 0.432} \right] + \frac{1}{18.7} \ln \left[ 1 + \left( \frac{u}{18.1} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(3.6)$$

$$a = 1 + \frac{1}{49} \ln \left[ \frac{1.9449^4 + \left( \frac{1.9449}{52} \right)^2}{1.9449^4 + 0.432} \right] + \frac{1}{18.7} \ln \left[ 1 + \left( \frac{1.9449}{18.1} \right)^2 \right]$$

$$a = 1 - 6.06894 \times 10^{-4} + 6.62690 \times 10^{-5}$$

$$a = 0.999459375$$

Dan

$$b =$$

$$0.564 \times \left( \frac{\epsilon_r - 0.9}{\epsilon_r + 3} \right)^{0.053} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$b = 0.564 \times \left( \frac{4.3 - 0.9}{4.3 + 3} \right)^{0.053}$$

$$b = 0.5416158622$$

KET :  $\epsilon_{\text{reff}}$  = Permittivitas efektif

$a$  = Radius Permittivitas  $a$

$b$  = Radius Permittivitas  $b$



Maka panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip dapat dihitung dengan persamaan (3.8): [11]

$$\lambda_g = \frac{300}{2.448 \times \sqrt{\epsilon_{reff}}} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\lambda_g = \frac{300}{2.600 \times \sqrt{3.267710726}}$$

$$\lambda_g = 63.8 \text{ mm}$$

KET :  $\lambda_g$  = Gelombang Saluran Transmisi  
 $\epsilon_{reff}$  = Permittivitas efektif

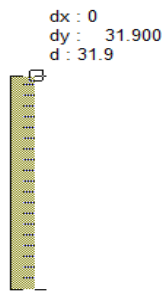
Maka panjang saluran pencatu dapat di hitung menggunakan persamaan (3.9) sebagai berikut : [11]

$$L = \frac{\lambda_g}{2} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$L = \frac{63.8}{2}$$

$$L = 31.9 \text{ mm}$$

KET : L = Panjang saluran pencatu



Gambar 3.3 Panjang Saluran Transmisi

**3.4 Perancangan Dimensi Patch antena**

Dalam melakukan desain awal antena ditentukan terlebih dahulu frekuensi kerja yang akan menjadi acuan. Dalam penelitian ini digunakan frekuensi kerja acuan adalah 2600 MHz yang merupakan frekuensi kerja LTE. akan dihasilkan bandwidth yang lebar sehingga mampu menghasilkan lebar pita yang mencakup frekuensi 2600 MHz (LTE). Bentuk antena yang dirancang adalah bentuk Circular dengan nilai jari-jari nya = a. Sesuai dengan rumus yang telah diberikan pada persamaan (3.5), maka dapat dihitung Jari-jari nya dari patch antena sebagai berikut: [9]

$$a = \frac{F}{\sqrt{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[ \ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}}} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana F : (dapatin nilai F)

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{Fr \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(3.9)$$

- KET : a = jari-jari untuk lingkaran  
 $\epsilon_r$  = Konstanta substrat  
 H = ketebalan substrat  
 Fr = Frekuensi resonansi (kerja)  
 F = fungsi logaritmik elemen paradiasi

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

- Dik : Fr = 2600 x 10<sup>6</sup> hz  
 $\pi$  = 3.14  
 h = 1.6 mm  
 $\epsilon_r$  = 4.3

Dimana F : (dapatin nilai F)

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{Fr \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{2600 \times 10^6 \cdot \sqrt{4.3}}$$

$$F = 1.6305$$

Maka Jari – jari lingkaran patch (a) untuk frekuensi 2600 MHz adalah :

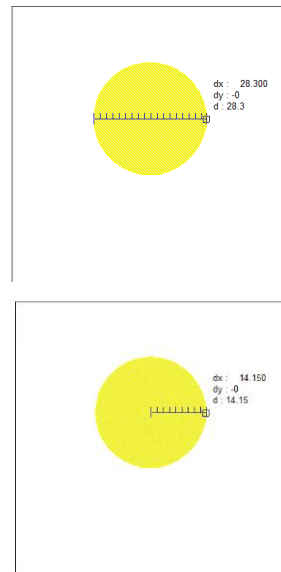
$$a = \frac{F}{\sqrt{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[ \ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726 \right] \right\}}} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$a = \frac{1.6305}{\sqrt{\left\{1 + \frac{2(1.6)}{3.14 \times 4.3 \times 1.6305} \left[ \ln\left(\frac{3.14 \times 1.6305}{2 \times 1.6}\right) + 1.7726 \right] \right\}}}$$

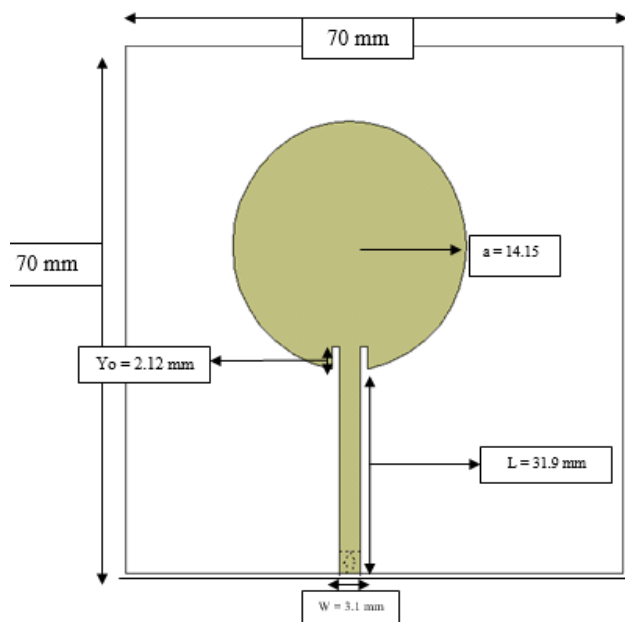
$$a = 1.415 \text{ cm}$$

$$a = 14.15 \text{ mm}$$

Jadi untuk elemen peradiasi pada frekuensi 2400 MHz dimensinya adalah a = 14.15 mm.



Gambar 3.4 Jari-jari patch Antenna circular



Gambar 3.5 antenna microstrip 2600 MHz



#### 4. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA ANTENA MIKROSTRIP

##### 4.1 Pendahuluan

Metode teori dan simulasi merupakan penyederhanaan dan idealisasi dari kenyataan yang sebenarnya. Karena merupakan suatu hal yang tidak mungkin untuk dapat menjelaskan secara tepat mengingat sangat banyaknya faktor yang berpengaruh didalamnya. Untuk mengetahui kehandalan atau kedekatan teori pada simulasi, maka harus dibandingkan dengan hasil pengukuran yang sebenarnya. Setelah menjalani Proses perancangan, pembuatan dan pengukuran parameter-parameter antenna microstrip, maka proses selanjutnya yaitu mengetahui hasil pengukuran parameter-parameter antenna, pengujian pada frekuensi 2600 MHz pada jaringan LTE. Serta analisa data hasil pengukuran, perbandingan parameter-parameter antenna antara hasil simulasi dan hasil pengukuran.

Dalam penelitian ini simulasi design antenna menggunakan software AWR. Parameter-parameter yang akan diamati yaitu vswr, return loss dan bandwidth Percobaan yang dilakukan dalam penelitian antenna mikrostrip yaitu dengan metode Insert feeding dengan mengubah hasil Vswr dan Return Loss.

Pengukuran antenna mikrostrip dilakukan di Laboratorium universitas indonesia (depok). Hasil antenna mikrostrip yang telah dibuat :



Gambar 4.1 Hasil design Antena mikrostrip

##### 4.2 Pengukuran Vswr, Return loss dan Bandwidth

Pengukuran parameter-parameter antenna mikrostrip seperti vswr, return loss dan bandwidth peralatan Network Analyzer 8753E, kabel saluran dan probe. Adapun prosedur pengukuran dilakukan di Laboratorium universitas indonesia (depok) dengan menggunakan pada Network Analyzer (NA) adalah sebagai berikut:

###### A. Hardware yang dipakai :

1. Network analyzer



Gambar 4.2 Network analyzer

###### 2. Kabel saluran dan probe



Gambar 4.3 Kabel saluran dan probe

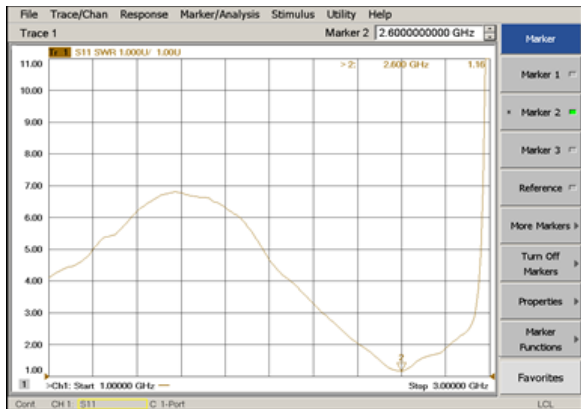
###### B. Prosedur pengukuran pada network analyzer :

1. Pasang probe 50 ohm pada input NA lalu pilih kalibrasi pada NA. Pengukuran port tunggal dilakukan pada port 1 network analyzer. Kalibrasi yang dipakai untuk melakukan pengukuran di Laboratorium universitas indonesia adalah standar TUTI 3 yang diatur untuk mengukur parameter pada port 1. Kalibrasi dilakukan untuk validitas pengukuran, dengan cara membuat kondisi alat ukur sesuai standar.
1. Setelah kalibrasi selesai hubungkan konektor input 50 ohm pada antenna yang akan di ukur pada probe yang terpasang di NA.
2. Untuk menampilkan rentang frekuensi sebagai pengamatan, gunakan tombol start dan tombol stop pada NA, pada penelitian ini penulis akan menggunakan start frekuensi 1 GHz dan stop frekuensi 3 GHz.
3. Tampilkan parameter-parameter yang akan dilihat hasil pengukuran dengan menekan tombol format yang terdapat pada NA. Lalu pilih parameter satu-persatu, parameter-parameter yang akan diamati dalam penelitian yaitu : return loss, vswr dan

Bandwidth serta frekuensi kerja. Tombol log mag untuk menampilkan grafik return loss terhadap frekuensi kerjanya, tombol swr untuk menampilkan grafik vswr terhadap frekuensi kerjanya, dan untuk pengukuran bandwidth cara kerjanya sama dengan return loss dengan tombol log mag dan tombol marker untuk menampilkan frekuensi yang ingin di lihat, nilai-nilai frekuensi tersebut nantinya disebut frekuensi awal dan frekuensi akhir. Kedua frekuensi tersebut di kurangkan sehingga didapatkan selisih yang disebut bandwidth

4.3 Hasil pengukuran parameter Vswr

Berikut ini merupakan hasil pengukuran di LAB untuk mengetahui parameter Vswr dengan metode insert feeding antenna mikrostrip untuk aplikasi LTE.



Gambar 4.4 Hasil pengukuran parameter vswr Dari hasil pengukuran di LAB (gambar 4.5) dapat dilihat bahwa nilai vswr 1.16. dengan kata lain, antenna ini menghasilkan nilai vswr yang baik berada pada frekuensi 2.600 MHz yang terlihat di maker 2 network analyzer, dalam penelitian ini start frekuensi di mulai dari start 1 GHz sampai stop 3 GHz. Selanjutnya frekuensi tersebut akan di pergunakan untuk mengukur return loss dan bandwidth.

4.3.1 Analisis parameter Vswr

Berdasarkan pada gambar 4.5 dan 3.39 menunjukkan bahwa nilai Vswr dari hasil simulasi terhadap hasil pengukuran pada frekuensi 2.600 MHz hampir sama, dimana pada hasil simulasi nilai Vswr. Maksimum berada pada 1.10. Sedangkan pada hasil pengukuran, Vswr maksimum bernilai 1.16 pada frekuensi 2.600 MHz. Hasil perbandingan nilai Vswr dari hasil simulasi maupun hasil pengukuran akan ditampilkan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran Vswr

Parameter	Hasil simulasi	Hasil pengukuran
Frekuensi	2.600 MHz	2.600 MHz

Vswr	1.10	1.16
------	------	------

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran pada tabel 4.1 di atas, dapat diketahui bahwa Vswr untuk frekuensi resonansi pada hasil simulasi menunjukkan nilai 1.10 hampir sama dari pada Vswr pada frekuensi resonansi hasil pengukuran. Pada frekuensi yang diinginkan, yakni di 2.600 MHz, diperoleh hasil pengukuran yang menunjukkan nilai 1.16. dari hasil penelitian ini hasil pengukuran maupun simulasi telah berhasil dan nilai Vswr yang diharapkan sesuai.

Dalam penelitian ini hasil simulasi untuk Vswr lebih bagus nilainya sebesar 1.10 dibanding saat pengukuran sebesar 1.16 untuk antenna mikrostrip. pada frekuensi 2.600 MHz. dapat dilihat pada hasil simulasi dan hasil pengukuran terdapat perbedaan Vswr hasil pengukuran mengalami kesalahan, Error (kesalahan) didapatkan dengan persamaan :

$$error = \left| \frac{Data\ hasil\ pengukuran - data\ hasil\ simulasi}{data\ hasil\ simulasi} \right| \times 100\%$$

Berikut diberikan nilai kesalahan pada hasil Vswr pada frekuensi 2.600 MHz berdasarkan tabel 4.1 :

$$error = \left| \frac{1.16 - 1.10}{1.10} \right| \times 100\%$$

$$error = \left| \frac{0.06}{1.10} \right| \times 100\%$$

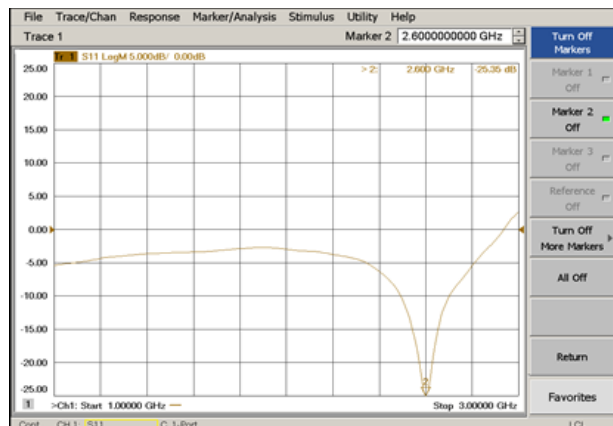
$$error = |0.054| \times 100\%$$

$$error = 5.4\%$$

Kesalahan (error) yang disebabkan oleh : “Ketika dilakukan pengukuran pada frekuensi 2.600 MHz hasil nilai Vswr berbeda dengan hasil simulasi, perubahan atau perbedaan nilai Vswr disebabkan oleh faktor human error pada saat di pabriksi, kesalahan yang terjadi dalam penelitian untuk mengukur antenna mikrostrip berkisar 5,4 %”

4.4 Hasil pengukuran parameter Return Loss

Berikut ini merupakan hasil pengukuran di LAB untuk mengetahui parameter Return Loss dengan metode insert feeding antenna mikrostrip untuk aplikasi LTE.



Gambar 4.5 Hasil pengukuran parameter Return Loss

Dari hasil pengukuran di LAB (gambar 4.6) dapat dilihat bahwa nilai return loss < -25.35 . dengan kata lain, antenna ini menghasilkan nilai return loss yang baik berada pada frekuensi 2.600 MHz yang terlihat di maker 2 network analyzer, dalam penelitian ini start frekuensi di mulai dari start 1 GHz sampai stop 3 GHz. Selanjutnya frekuensi tersebut akan di gunakan untuk mengukur bandwidth dan frekuensi kerja

**4.4.1 Analisis parameter Return Loss**

Berdasarkan pada gambar 4.6 dan 3.40 menunjukkan bahwa nilai Return Loss hasil simulasi terhadap hasil pengukuran pada frekuensi 2.600 MHz hampir sama, dimana pada hasil simulasi nilai Return Loss, Maksimum berada pada -25.94. Sedangkan pada hasil pengukuran, Return Loss maksimum bernilai -25.35 pada frekuensi 2.600 MHz. Hasil perbandingan nilai Return Loss dari hasil simulasi maupun hasil pengukuran akan ditampilkan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran Return Loss

Parameter	Hasil simulasi	Hasil pengukuran
Frekuensi	2.600 MHz	2.600 MHz
Return Loss	-25.94	-25.35

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran pada tabel 4.2 di atas, dapat diketahui bahwa Return Loss untuk frekuensi resonansi pada hasil simulasi menunjukkan nilai -25.94 hampir sama dari pada Return Loss pada frekuensi resonansi hasil pengukuran. Pada frekuensi yang diinginkan, yakni di kisaran 2.600 MHz, diperoleh hasil pengukuran yang menunjukkan nilai -25.35 . dari hasil penelitian ini hasil pengukuran maupun simulasi telah berhasil dan nilai Return Loss yang diharapkan sesuai.

Dalam penelitian ini hasil simulasi untuk return loss lebih bagus nilainya sebesar -25.94 dibanding saat pengukuran sebesar 25.35 untuk antenna mikrostrip. pada frekuensi 2.600 MHz. dapat dilihat pada hasil simulasi dan hasil pengukuran terdapat perbedaan return loss.

hasil pengukuran mengalami kesalahan, Error (kesalahan) didapatkan dengan persamaan :

$$error = \left| \frac{Data\ hasil\ pengukuran - data\ hasil\ simulasi}{data\ hasil\ simulasi} \right| \times 100\%$$

Berikut diberikan nilai kesalahan pada hasil Return Loss pada frekuensi 2.600 MHz berdasarkan tabel 4.2 :

$$error = \left| \frac{-25.35 - (-25.94)}{-25.94} \right| \times 100\%$$

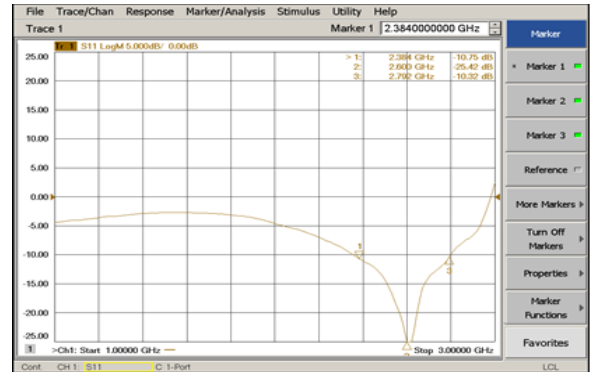
$$error = \left| \frac{0.59}{-25.94} \right| \times 100\%$$

$$error = 22.74 \%$$

Kesalahan (error) yang disebabkan oleh : “Ketika dilakukan pengukuran pada frekuensi 2.600 MHz hasil nilai Return Loss berbeda dengan hasil simulasi, perubahan atau perbedaan nilai return loss disebabkan oleh faktor human error pada saat di pabriasi, kesalahan yang terjadi dalam penelitian untuk mengukur antenna mikrostrip berkisar 22.74 %

**4.5 Hasil pengukuran parameter Bandwidth dan Frekuensi Kerja**

Berikut ini merupakan hasil pengukuran di LAB untuk mengetahui parameter Bandwidth dan frekuensi kerja dengan metode insert feeding antenna mikrostrip untuk aplikasi LTE.



Gambar 4.6 Hasil pengukuran parameter Bandwidth dan Frekuensi Kerja

Dari hasil pengukuran di LAB (gambar 4.6) dapat dilihat bahwa nilai Bandwidth pada 2.384 – 2.792 MHz (408 MHz) yang memiliki return loss –25.42 dengan frekuensi tengahnya ialah 2.600 MHz. dengan kata lain, antenna ini menghasilkan nilai Bandwidth yang bagus yang terlihat di maker 2 network analyzer, sedangkan pada maker 1 frekuensi kerja awal ialah 2.384 yang memiliki return loss –10.75 dan pada maker 3 frekuensi akhir ialah –10.32 sehingga lebar Bandwidth yang di dapatkan berkisar 408 MHz dalam proses pengukuran antenna di LAB, dalam penelitian ini start frekuensi di mulai dari start 1 GHz sampai stop 3 GHz.

**4.5.1 Analisis parameter Bandwidth dan Frekuensi Kerja**

Berdasarkan pada gambar 4.7 dan 3.41 menunjukkan bahwa nilai Bandwidth hasil simulasi terhadap hasil pengukuran pada frekuensi 2.600 MHz hampir sama, dimana pada hasil simulasi nilai Bandwidth, Maksimum berada pada frekuensi

2.514-2.683 (169 MHz). Sedangkan pada hasil pengukuran, Bandwidth maksimum berada pada frekuensi 2.384 - 2.792 (408 MHz). dari hasil tersebut frekuensi kerja atau frekuensi tengah ialah 2.600 MHz. Hasil perbandingan nilai Bandwidth dari hasil simulasi maupun hasil pengukuran akan ditampilkan pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran Bandwidth

Parameter	Hasil simulasi	Hasil pengukuran
Frekuensi	2.600 MHz	2.600 MHz
Bandwidth	2.514 - 2.683 (169 MHz)	2.384 - 2.792 (408 MHz)

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran pada tabel 4.3 di atas, dapat diketahui bahwa frekuensi kerja atau frekuensi tengah ialah 2.600 MHz pada hasil simulasi menunjukkan frekuensi awal di kurangi frekuensi akhir ialah 2.514 - 2.683 MHz sehingga mendapatkan lebar bandwidth 169 MHz. dan hasil pengukuran menunjukkan frekuensi awal di kurangi frekuensi akhir ialah 2.384 - 2.792 MHz sehingga mendapatkan lebar bandwidth 408 MHz. dari hasil penelitian ini hasil pengukuran maupun simulasi berbeda tetapi lebar bandwidth yang didapatkan Lebih dari 100 (> 100 MHz) dalam hal ini penelitian telah berhasil dan nilai Bandwidth yang diharapkan sesuai.

Dalam penelitian ini hasil simulasi untuk Bandwidth cukup bagus nilainya sebesar 169 MHz dibanding saat pengukuran Sangat bagus sebesar 408 MHz untuk antenna mikrostrip pada frekuensi 2.600 MHz. dapat dilihat pada hasil simulasi dan hasil pengukuran terdapat perbedaan return loss.

#### 4.6 Rancang bangun antenna mikrostrip secara keseluruhan

Untuk mengetahui apakah antenna mikrostrip circular dengan metode insert feeding yang dibuat layak atau tidak, yang bekerja pada frekuensi LTE 2.600 MHz. Maka harus diketahui batasan standar nilai parameter yang terdiri dari lebar bandwidth, return loss, dan vswr. Untuk batas lebar bandwidth berada pada rentang >100 MHz, untuk batas return loss senilai < -10. Sedangkan untuk batas nilai vswr ialah <2.

Parameter	Hasil pengukuran	Standar Lte	Layak / tidak
Batas bandwidth	2.384 - 2.792 (408 MHz)	2.650 - 2.750 (100 MHz)	Layak
Frekuensi Kerja	2.600 MHz	2.600 MHz	Layak
Return Loss	-25.35	< - 10	Layak
Vswr	1.16	< 1	Layak

Tabel 4.4 Perbandingan hasil pengukuran dan standar Lte

Berdasarkan perbandingan pada tabel 2.2 dan 2.3 menunjukkan bahwa :

- Frekuensi 2.500 - 2.570 bekerja pada LTE dengan teknik FDD (uplink) dengan operation band 7 dengan lebar bandwidth 70 MHz.
- Frekuensi 2.570 - 2.620 bekerja pada LTE dengan teknik TDD (downlink) dengan operation band 7 dengan lebar bandwidth 50 MHz
- Frekuensi 2.620 - 2.690 bekerja pada LTE dengan teknik FDD (downlink) dengan operation band 7 dengan lebar bandwidth 70 MHz

Secara pengukuran hasil dari Vswr, Return Loss, bandwidth dan frekuensi kerja dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip circular dengan metode Insert Feeding pada frekuensi LTE 2600 MHz telah berhasil dan sesuai dengan hasil yang diinginkan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan antenna, simulasi antenna, dan pengukuran antenna, serta analisis parameter-parameter antenna, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perancangan dan hasil pengukuran, antenna mikrostrip patch circular dengan metode insert feeding untuk frekuensi LTE 2.600 MHz, parameter-parameter yang digunakan dalam pembuatan antenna mikrostrip dengan menggunakan bahan FR-4 dengan nilai Konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) = 4.3, Dielektrik Loss Tangent dengan nilai 0.0265, ketebalan substrat (h) sebesar 1.6 mm, impedansi karakteristik saluran sebesar 50 ohm maka diperoleh jari-jari patch (a) sebesar 15.5 mm, lebar saluran transmisi (w) sebesar 3.0 mm, panjang saluran transmisi (L) sebesar 27.1 dan panjang insert feeding (Yo) sebesar 9.0 mm.

2. Pada penelitian ini rancang bangun antenna microstrip patch circular Dengan metode insert feeding telah berhasil dapat mereduksi nilai Vswr dan Return Loss Dalam hal ini dapat membuktikan pada simulasi antenna, hasil simulasi yang di dapatkan tanpa metode insert feeding hasil vswr sebesar 5.7, dan hasil return loss sebesar -3.0 dB. Setelah dikasih metode insert feeding hasil vswr dan return loss berubah, dengan nilai vswr sebesar 1.10 dan return loss sebesar -25.94 dB. dengan frekuensi LTE 2.600 MHz.
3. Pada penelitian ini hasil simulasi didapatkan nilai Return Loss untuk frekuensi 2.600 MHz yaitu -25.94 dB dan VSWR sebesar 1,10 dengan Bandwidth sebesar 169 MHz. Sedangkan hasil pengukuran nilai Return Loss didapatkan pada frekuensi 2. 600 MHz yaitu -25,35 dB dan VSWR sebesar 1,16 dengan Bandwidth sebesar 408 MHz.

## 5.2 Saran

Dalam melakukan penelitian ini perlu dilakukan penambahan parameter seperti pola radiasi dan gain agar dapat melihat performance antenna. Selain itu, perlu dilakukan update software yang terbaru sehingga tools yang tersedia lebih banyak manfaatnya.

## Daftar Pustaka

- [1] Anori. Sartika, STUDI TENTANG PENGGUNAAN LTE DI INDONESIA, Jurusan Pendidikan Teknologi Kejuruan Pasca Sarjana Universitas Negeri Padang, 2012
- [2] Alam. Syah, PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP TRIANGULAR UNTUK APLIKASI WiMAX PADA FREKUENSI 2300 MHz dan 3300 MHz, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
- [3] Kurniawan. Dwi Fadila, Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frekuensi, Teknik elektro di Universitas Brawijaya, malang, 1991
- [4] Mahasiswa USU, Perancangan antenna mikrostrip , Universitas Sumatera Utara
- [5] Iqbal. Muhammad, <http://casdoper.blogspot.co.id/2014/02/antena-mikrostrip.html>, Senin, 17 Februari 2014
- [6] Syahril, Teuku Yuliar Arif, dan Jarnawi Ariga. Simulasi Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip Patch Circular pada Frekuensi 2,4GHz untuk Aplikasi WLAN, Laporan penelitian, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 2015
- [7] Andi azizah, desain antenna mikrostrip triangular untuk aplikasi radar altimeter, Tesis, jurusan

Teknik Elektro, Universitas hasanuddin, makassar, 2013

[8] Dwi Astuti Cahyasiswi, Yus Natali. Rancang bangun antenna mikrostrip dengan insert feeding, laporan penelitian, jurusan teknik telekomunikasi, akademi telkom sandhy putra jakarta, jakarta barat, mei(2010)

[9] Fauzi, Achmad. Antena Mikrosrip slot lingkaran untuk memperlebar bandwidth dengan teknik pencatu coplanar waveguide pada frekuensi 2,3 Ghz. Skripsi. FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO. Universitas indonesia, depok. 2010

[10] Sayidi, muchamad. Perancangan filter pada jaringan dcs, umts dan Lte dengan teknologi mikrostrip, skripsi, jurusan teknik elektro, mercu buana, jakarta. 2015

[11] astuti, Dian widi. Designing of mikrostrip filters for wireless system, modul workshop. mercu buana, jakarta, 2016

[12] Garg, Rames, 2001, Microstrip Antenna Design Handbook, first edition, Artech house, hal 17 – 24.

[13] James R. James, dan Peter S. Hall, 1989, Handbook of Microstrip Antennas, Volume 1 - 28 of Iee Electromagnetic Waves Series.

[14] James, R,H dan Hall, J,S. "Handbook of Microstrip Antennas", Peter peregrinus Ltd, London (UK). 1989