

# Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Triangular Metode Parasitic Untuk Aplikasi LTE di Frekuensi 2,3 GHz

Dhio Medianto  
Teknik Telekomunikasi  
Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra  
Jakarta  
Jakarta, Indonesia  
dhiom4@gmail.com

M. Yana Hardiman  
Teknik Telekomunikasi  
Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra  
Jakarta  
Jakarta, Indonesia  
Hardiman84@gmail.com

**Abstrak** - 4G LTE merupakan teknologi telekomunikasi yang terbaru dan memiliki efisiensi serta kecepatan akses data yang tinggi. Untuk menunjang teknologi tanpa kabel dibutuhkan suatu antena yang juga memiliki performansi yang maksimum yang bisa diaplikasikan pada 4G LTE. Salah satu antena yang cocok adalah antena mikrostrip karena memiliki dimensi yang kecil dan ringan serta mudah dipabrikasi. Pada tugas akhir ini dirancang suatu antena mikrostrip patch triangular untuk aplikasi LTE yang bekerja pada frekuensi 2,3 GHz dengan menggunakan metode *parasitic* dengan tujuan memperbesar *bandwidth* dan teknik saluran pencatu tidak langsung atau *microstrip feed line*. Dari hasil simulasi didapatkan kenaikan *bandwidth* yang signifikan yaitu sebesar 21,1% dari 219 MHz menjadi 265 MHz. Sedangkan dari hasil pengukuran didapatkan hasil *bandwidth* sebesar 245 MHz (2185 MHz - 2430 MHz). Nilai *return loss* sebesar -16,412 dB dan nilai VSWR sebesar 1,356. Pola radiasi yang didapatkan memiliki daya pancaran ke segala arah atau *omnidirectional*. *Gain* yang dihasilkan dari pengukuran sebesar 5,43 dBi.

**Kata kunci** – Bandwidth, Gain, LTE, mikrostrip, parasitic, pola radiasi, return loss, VSWR

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar belakang

Teknologi telekomunikasi yang saat ini berkembang di masyarakat sudah semakin maju. Teknologi ini memungkinkan bagi masyarakat dapat mengakses data dimana saja dan kapan saja. Untuk mengimbangi kebutuhan akan akses data yang cepat dibutuhkan teknologi yang baru yaitu teknologi generasi ke-4 (4G).

4G adalah singkatan dari istilah dalam bahasa Inggris (*fourth-generation technology*). Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada standar generasi keempat dari teknologi telepon seluler. 4G yang menawarkan efisiensi dan akses data berkecepatan tinggi adalah teknologi *Long Term Evolution* (LTE). Untuk menunjang kebutuhan tersebut diperlukan suatu antena yang dapat mendukung komunikasi tanpa kabel. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan untuk komunikasi tanpa kabel adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip mempunyai *gain*, *bandwidth*, dan efisiensi yang rendah. Sehingga, untuk mengatasi kelemahan tersebut, dalam tugas akhir ini dirancang

antena mikrostrip susun menggunakan elemen *parasitic* substrat untuk meningkatkan *gain* antena.[3]

Pada penelitian sebelumnya oleh Eden Herdani tahun 2015 menghasilkan antena mikrostrip *array* berbentuk segitiga memiliki nilai VSWR sebesar 1,43 untuk frekuensi 2,4 GHz dengan *bandwidth* sebesar 135 MHz (2.378 MHz – 2.513 MHz) dan 1,48 untuk frekuensi 3,3 GHz dengan *bandwidth* sebesar 81 MHz (3.289 MHz – 3.370 MHz). Nilai *gain* yang diperoleh untuk frekuensi 2,4 GHz adalah sebesar 5,58 dBi dan 5,05 dBi untuk frekuensi 3,3 GHz. Sedangkan pada penelitian oleh Sumartono tahun 2014 menghasilkan antena mikrostrip *multilayerparasitic* dengan *bandwidth* yaitu 44 MHz. VSWR yang terukur pada frekuensi kerja 2,35 GHz sebesar 1,286, sedangkan pada simulasi diperoleh VSWR 1,266. *Gain* yang diperoleh pada realisasi ini 8,23 dBi.

Dari beberapa hasil penelitian sebelumnya dapat di ambil kesimpulan bahwa modifikasi antena menggunakan elemen *parasitic* dapat meningkatkan *gain* dan *bandwidth* pada antena. Hal ini yang melatar belakangi penulis untuk mengambil tema “Rancang bangun antena mikrostrip *patch triangular* metode *parasitic* untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz”

### B. Maksud Dan Tujuan

- Merancang antena mikrostrip *patch triangular* metode *parasitic* yang mampu bekerja untuk aplikasi LTE pada frekuensi 2,3 GHz.
- Merancang antena mikrostrip *patch triangular* metode *parasitic* yang memiliki *bandwidth* lebar sehingga mampu bekerja untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz.
- Merancang antena mikrostrip *patch triangular* metode *parasitic* untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz yang memiliki nilai *Return Loss*  $\leq -10$  dB dan VSWR  $\leq 2$ .

### C. Rumusan Masalah

- Bagaimana merancang antena mikrostrip *patch triangular* metode *parasitic* untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz?

- Bagaimana merancang antena mikrostrip patch triangular metode parasitic yang memiliki bandwidth lebar untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz?
- Bagaimana merancang antena mikrostrip patch triangular metode parasitic untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz yang dapat melebarkan bandwidth dilihat dari hasil returnloss?

#### D. Batasan Masalah

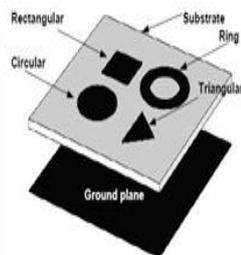
- Antena yang dirancang adalah antena Mikrostrip yang berbentuk *patch triangular* pada frekuensi 2,3 GHz.
- Bahan substrat yang digunakan adalah FR 4 epoxy.
- Saluran pencatu yang digunakan adalah saluran tidak langsung (*mikrostrip line*).
- Antena yang dirancang untuk aplikasi LTE di frekuensi 2,3 GHz menggunakan beban *parasitic* untuk memperlebar *bandwidth*.
- Parameter yang diamati adalah *Return Loss (RL)*, *VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)*, *gain*, *bandwidth* dan pola radiasi

## II. STUDI LITERATUR

### A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu antena konduktor nirkabel yang berukuran sangat kecil yang didalamnya terdapat elemen peradiasi, substrat dielektrik dan menempel pada bidang dasar atau biasa disebut dengan *ground plane*. Antena ini memiliki berat yang amat ringan karena bentuknya yang sederhana dan dapat dibuat sesuai kebutuhan. Pengaplikasiannya sudah banyak digunakan pada pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, satelit serta peluru kendali. Antena mikrostrip mempunyai fungsi dasar yang sama seperti antena-antena biasanya yaitu sebuah alat yang dapat menerima atau mengirimkan gelombang elektromagnetik.

Secara umum, antena mikrostrip dalam bentuknya yang paling sederhana terdiri dari 3 elemen, yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat dielektrik, dan *ground plane* seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk umum Antena Mikrostrip beserta Variasi patch

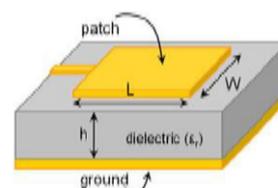
Antena mikrostrip ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan antena lain, diantaranya:[16]

- Mempunyai bobot yang ringan dan volume yang kecil.
- Konfigurasi yang *low profile* sehingga bentuknya dapat disesuaikan dengan perangkat utamanya.

- Biaya pabrikan yang murah sehingga dapat dibuat dalam jumlah yang besar.
- Mendukung polarisasi linier dan circular.
- Dapat dengan mudah diintegrasikan dengan microwave integrated circuits (MICs).
- Kemampuan dalam dual frequency dan triple frequency.
- Tidak memerlukan catuan tambahan.

Akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu:[16]

- *Bandwidth* yang sempit
- Efisiensi yang rendah.
- Penguatan yang rendah.
- Memiliki rugi-rugi hambatan (*ohmic loss*) pada pencatuan antena *array*.
- Memiliki daya (*power*) yang rendah.
- Timbulnya gelombang permukaan (*surface wave*).



Gambar 2. Detail Bentuk Umum Antena Mikrostrip

### B. Karakteristik Dasar Antena Mikrostrip

Berdasarkan asal katanya mikrostrip terdiri dari dua kata, yaitu *micro* (sangat kecil/tipis) dan *strip* (bilah/potongan). Antena mikrostrip secara umum terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

- **Patch**  
Pada umumnya *patch* terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga atau emas yang mempunyai bentuk bermacam-macam. Bentuk *patch* ini bisa bermacam-macam, lingkaran, persegi, persegi panjang, segitiga, ataupun annular ring. *Patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak diatas substrat. Tebal patch dibuat sangat tipis ( $t \ll \lambda_0$ ;  $t$  = ketebalan patch).
- **Substrat dielectric**  
Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat biasanya mempunyai tinggi ( $h$ ) antara  $0,002\lambda_0 - 0,005\lambda_0$ . Berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antena adalah pada bandwidth. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar bandwidth.
- **Ground Plane**  
*Ground plane* bisa terbuat dari bahan konduktor. Ukurannya selebar dan sepanjang substrat. Fungsi *ground plane* adalah sebagai *ground* antena.<sup>[7]</sup>

### C. Antena Mikrostrip Segitiga

Dari bermacam-macam bentuk dasar geometri antena mikrostrip, ternyata *patch* antena segitiga ini masih jarang dijadikan objek, padahal antena ini memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan antena bentuk yang lain yaitu mampu menghasilkan performa yang serupa dengan bentuk dasar yang lain, memiliki luas *patch* yang lebih kecil, sehingga masih banyak kemungkinan untuk mengeksplorasi antena ini.

Untuk menentukan dimensi awal dari slot segitiga yang akan disimulasikan, maka gunakan rumus perhitungan frekuensi resonansi untuk *patch* segitiga pada antena mikrostrip *patch* seperti pada Persamaan 2.1.

$$f_{mn} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \sqrt{m^2 + mn + n^2} \quad (1)$$

Dimana

$c$  = kecepatan cahaya ( $3 \cdot 10^8$  m/s)

$\epsilon_r$  = konstanta relative dielektrik

$a$  = panjang segitiga

Subskrip  $mn$  mengacu pada mode  $TM_{mn}$ , sehingga bila  $TM_{10}$ , frekuensi resonansi pada Persamaan 2.1 dapat disederhanakan menjadi:

$$f_{10} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Atau:

$$a = \frac{2c}{3f_{10}\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

### D. Saluran Catu Antena Mikrostrip

Lebar saluran pencatu (*line width*) tergantung dari impedansi karakteristik ( $Z_0$ ) yang diinginkan. Adapun rumus untuk menghitung lebar saluran mikrostrip diberikan oleh persamaan di 2.4 dan 2.5 di bawah ini.[11]

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (4)$$

Dengan  $\epsilon_r$  adalah konstanta *dielektrik relatif* dan:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

### E. Elemen Parasitic

Struktur antena yang menggunakan elemen parasitic telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena koefisien kopling yang ditimbulkan dari jarak ketinggian antara antena yang digabungkan dapat disesuaikan dengan cara menyesuaikan ketinggian jarak antena tersebut. Selain itu ukuran *patch* dan parameter substrat juga dapat disesuaikan. Pada teknologi LTE antena merupakan salah satu komponen yang krusial karena dapat menentukan kerja dari keseluruhan sistem LTE terutama untuk pemrosesan sinyal yang diterima, sehingga pekerjaan sinyal processing tidak berat. Untuk meningkatkan cakupan area layanan suatu *base station*, maka diperlukan antena yang memiliki *gain* yang tinggi. Namun, pada antena mikrostrip, nilai *gain* justru yang menjadi salah satu kelemahannya. Untuk dapat

meningkatkan *gain* dapat dilakukan beberapa modifikasi, salah satunya yaitu penambahan elemen *parasitic*[15].

Antena mikrostrip yang dilapisi dengan elemen *parasitic* dapat membuat penekanan pada gelombang permukaan sehingga VSWR menjadi lebih kecil. Elemen *parasitic* merupakan elemen yang tidak dicatu terbuat dari bahan semikonduktor murni. Elemen parasitic dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti membuat antena menjadi *dualband* maupun untuk memperlebar *bandwidth*. Dengan adanya elemen *parasitic* ini, membuat VSWR mendekati 1[10].

### F. Pabrikasi

Pabrikasi adalah suatu rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa plat, pipa ataupun baja. Profil dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan item-item tertentu sampai menjadi suatu bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi[6].

- *Workshop Fabrications*  
Workshop Fabrications adalah proses fabrikasi dan konstruksi yang dilakukan di dalam suatu bangunan atau gedung yang di dalamnya sudah dipersiapkan segala macam alat dan mesin-mesin untuk melakukan proses produksi dan pekerjaan-pekerjaan pabrikasi lainnya, misalnya: mesin las, mesin potong plat, mesin bending, overhead crane dan lain-lain.
- *Site Fabrications*  
Site Fabrications adalah proses pabrikasi dan konstruksi yang dikerjakan di luar suatu bangunan atau workshop lebih tepatnya pekerjaan dilakukan di area lapangan terbuka, di lokasi dimana bangunan akan didirikan. Disitulah segala macam proses produksi pabrikasi dilakukan, dari penimbunan stok material, memotong dan mengebor material, proses assembling, proses pengelasan, proses finishing, proses sandblast dan painting serta proses pemasangan konstruksi.

### G. Parameter Antena Mikrostrip

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

- *Return Loss (RL)*  
Return Loss didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan yang datang atau yang direflesikan dengan tegangan yang keluar. Perbandingan tersebut dinamakan koefisien refleksi tegangan yang dilambangkan dengan  $\Gamma$ . Untuk koefisien refleksi dapat juga dinyatakan dengan persamaan[14]:  
$$\Gamma = \frac{V(x)_{Pantul}}{V_{Terima}} = \frac{V_-}{V_+} \quad (6)$$

Parameter *Return Loss* dapat juga dikatakan sebagai rugi-rugi pada transmisi, dikarenakan tidak seimbangannya impedansi karakteristik dengan impedansi beban. Untuk *Return Loss* diperoleh dengan persamaan[14]:

$$\text{Return Loss (dB)} = 20\log|\Gamma| \quad (7)$$

- **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 daya refleksi. VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum dengan minimum. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan dan tegangan yang direfleksikan. Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan tersebut sebagai koefisien refleksi tegangan  $\Gamma$ [14]:

$$\text{VSWR} = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1+|\Gamma_L|}{1-|\Gamma_L|} \quad (8)$$

Koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari  $\Gamma$  adalah nol, maka:[11]

- $\Gamma = -1$  : refleksi negative 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.

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ( $S=1$ ) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu nilai standar VSWR yang diijinkan untuk pabrikan antenna adalah  $\text{VSWR} \leq 2$ .

- **Bandwidth**

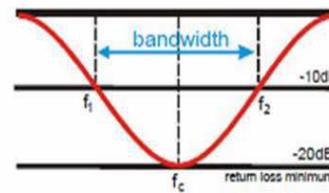
*Bandwidth* antenna mikrostrip merupakan jangkauan frekuensi antara kenaikan nilai VSWR dari satu batas nilai yang dapat ditoleransi. Besarnya *bandwidth* pada penelitian ini adalah selisih antara frekuensi akhir  $f_2$  dan frekuensi awal  $f_1$  dengan batas kenaikan nilai  $\text{VSWR} \leq 2$  dan  $\text{return loss} \leq -10$ . [14]. Dengan melihat Gambar 2.2 *bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini [12]:

$$B = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (9)$$

Dimana:

- $f_2$  = frekuensi tertinggi
- $f_1$  = frekuensi terendah
- $f_c$  = frekuensi tengah

$$f_c = \frac{f_2 + f_1}{2}$$



Gambar 2.3. Rentang frekuensi yang menjadi bandwidth

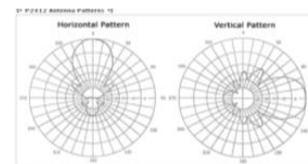
Gambar 3. Rentang Frekuensi yang menjadi bandwidth

- **Pola Radiasi[14]**

Pola radiasi antenna atau pola antenna didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi dari koordinat. Di sebagian besar kasus, pola radiasi ditentukan di luasan wilayah dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional. Pola radiasi antenna adalah plot 3-dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh sebuah antenna, atau plot 3-dimensi tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh sebuah antenna. Pola radiasi antenna menjelaskan bagaimana antenna meradiasikan energi ke ruang bebas atau bagaimana antenna menerima energi.

- **Pola Radiasi Antena Directional**

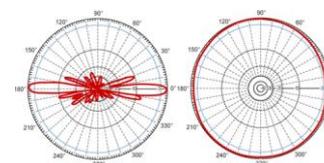
Antena *directional* mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang *relative*. Gambar 2.15 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antenna *directional*.



Gambar 4. Bentuk Pola radiasi Antena Directional

- **Pola Radiasi Antena Omnidirectional**

Antena *omnidirectional* mempunyai pola radiasi yang digambarkan seperti bentuk kue donat (doughnut) dengan pusat berimpit. Antena *omnidirectional* pada umumnya mempunyai pola radiasi  $360^\circ$  jika dilihat pada bidang medan magnetnya. Gambar 2.15 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antenna *omnidirectional*.



Gambar 5. Bentuk Pola Radiasi Antena Omnidirectional

- 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:<sup>[8]</sup>

$$G = \eta \times D \tag{10}$$

Dimana:

- G = Gain (Penguatan Antena)
- $\eta$  = Efisiensi
- D = Directivity

#### H. Perkembangan Teknologi LTE

LTE sudah mulai dikembangkan oleh 3GPP sejak tahun 2004. Faktor faktor yang menyebabkan 3GPP mengembangkan teknologi LTE antara lain adalah permintaan dari para pengguna untuk peningkatan kecepatan akses data 37 dan kualitas servis serta memastikan berlanjutnya daya saing sistem 3G pada masa depan. 3GPP LTE mewakili kemajuan besar didalam teknologi selular. LTE dirancang untuk memenuhi kebutuhan operator akan akses data dan media angkut yang berkecepatan tinggi serta menyokong kapasitas teknologi suara untuk beberapa dekade mendatang. LTE meliputi data berkecepatan tinggi, multimedia unicast dan servis penyiaran multimedia. Selain itu LTE diperkirakan dapat membawa komunikasi pada tahap yang lebih tinggi, tidak hanya menghubungkan manusia saja tetapi dapat juga menyambungkan mesin.<sup>[14]</sup>

LTE adalah nama yang diberikan untuk standar teknologi komunikasi baru yang dikembangkan oleh 3GPP untuk mengatasi peningkatan permintaan kebutuhan akan layanan komunikasi, LTE adalah lanjutan dan evolusi dari 2G dan 3G sistem. Dan juga untuk menyediakan layanan tingkat kualitas yang sama dengan jaringan wired. Long TermEvolution di kembangkan untuk memperbaiki standar mobile phone generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA dan juga merupakan pengembangan dan teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3,5G). 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. Selain itu LTE ini mampu mendukung semua aplikasi yang ada baik voice, data dan video. LTE dapat memberikan coverage dan kapasitas layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple- antenna, fleksibel dalam penggunaan bandwidth operasinya dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.<sup>[13]</sup>

### III. PERANCANGAN ANTENA DAN SIMULASI

Pada penelitian dirancang antenna mikrostrip triangular metode parasitic untuk mendapatkan karakteristik antenna yang telah diperlukan. Jenis antenna mikrostrip yang dirancang ini berbentuk segitiga

dengan teknik saluran pencatu tidak langsung (Microstrip Line Feed). Rancangan mikrostrip segitiga ini sedikit lebih rumit perancangannya dibanding dengan mikrostrip rectangular namun antenna mikrostrip memiliki keuntungan karena kemudahan dalam proses pabrikasinya serta dengan metode parasitic dapat menghasilkan bandwidth yang lebih lebar dan gain yang besar sehingga mampu memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

Ada beberapa tahapan perancangan antenna ini, diantaranya adalah penentuan frekuensi yang digunakan, penentuan spesifikasi substrat yang digunakan, penentuan dimensi substrat antenna, penentuan dimensi saluran pencatu, serta penentuan desain metode parasitic.

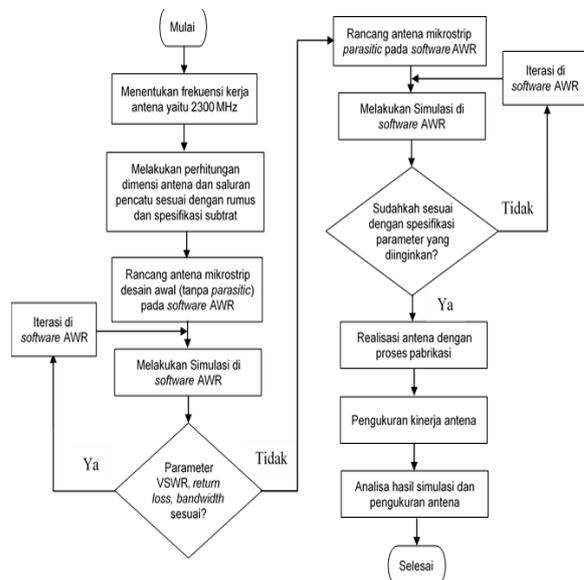
#### A. Perlengkapan yang digunakan

Perancangan antenna ini menggunakan beberapa perangkat lunak (software) untuk menentukan spesifikasi substrat, dimensi saluran pencatu serta simulasi hasil perancangan. Spesifikasi substrat yang digunakan dapat terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Substrat yang digunakan

Jenis Substrat	Fr 4 epox y
Konstanta dielektrik relatif	4.3
Ketebalan Substrat (h)	1.6 mm
Dielektrik Loss Tangent	0.0265

#### B. Diagram Alir Perancangan Antena



Gambar 6. Diagram Alir Perancangan Antena

#### C. Perancangan Dimensi Antena Patch Segitiga

Antena yang dirancang akan bekerja pada frekuensi 2300 MHz. Patch yang akan dirancang berbentuk triangular atau segitiga yang berukuran sama sisi. Panjang sisi segitiga sama sisi (*a*) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2.

$$a = 0,04193 \text{ m} = 41,93 \text{ mm}$$

#### D. Perancangan Lebar Saluran Pencatu

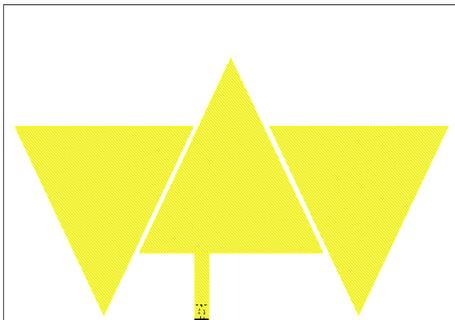
Pencatuan yang digunakan pada antenna yang dirancang pada tugas akhir ini adalah menggunakan

teknik pencatutan *microstrip feed line*. Untuk mendapatkan besar lebar saluran pencatu ( $W$ ) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4 dan Persamaan 2.5.

$$W = 3,11 \text{ mm}$$

**E. Hasil Rancangan Antena Utama dengan beban Parasitic**

Pada tahap antena utama yang telah dirancang kemudian diberi beban *parasitic* dengan maksud untuk memperlebar *bandwidth*. Beban *parasitic*nya berada pada satu layer dengan antena utama dengan rancangan menyerupai *patch* segitiganya namun dengan dua beban dan posisi di putar 180°. Gambar 3.1 merupakan gambar rancangan antena utama dengan beban *parasitic* bila dilihat dari atas.



Gambar 7. Rancangan Antena Utama dengan beban parasitic

**IV. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN**

Pada bab ini dipaparkan hasil dari pengukuran antena yang telah dipabrikasi, yang sebelumnya antena telah di rancang menggunakan *software* AWR. Hasil pabrikasi antena terlihat seperti Gambar 4.1. Setelah di pabrikasi, antena kemudian diukur di laboratorium antena LIPI Bandung. Metode pengukuran yang dilakukan ada 2, yaitu pengukuran *indoor* (medan dekat) dan pengukuran *outdoor* (medan jauh). Parameter yang diukur ada 5, yaitu *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, pola radiasi dan *gain*.



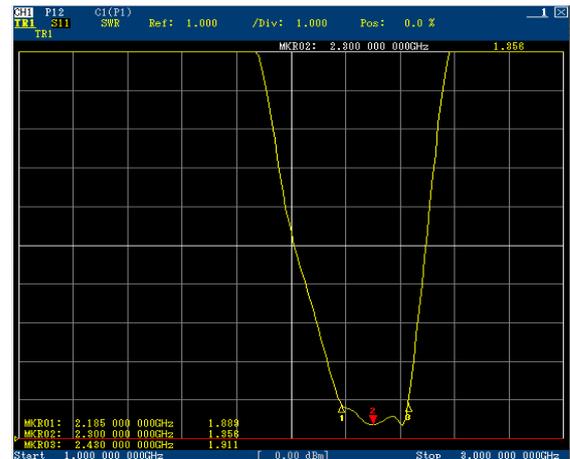
Gambar 8. Antena Hasil Pabrikasi

**A. Pengukuran Indoor**

Pengukuran ini dilakukan di dalam ruangan, yang diukur menggunakan antena yang diuji, tanpa ada tambahan antena yang lain. Pengukuran ini menggunakan alat VNA (Vector Network Analyzer) adapun parameter yang dapat diketahui hasilnya antara lain *return loss*, *VSWR* dan *bandwidth*.

- Hasil Pengukuran *Indoor*

Hasil pengukuran indoor terhadap antena yang diuji berupa grafik *return loss*, *VSWR* dan *bandwidth* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 9. Grafik VSWR Hasil pengukuran



Gambar 10. Grafik Return Loss Hasil pengukuran

Gambar 9 menunjukkan grafik hasil pengukuran dari VSWR. Dari gambar tersebut dapat dilihat nilai VSWR sebesar 1,356 yang bekerja pada frekuensi 2,3 GHz, hasil ini sesuai dengan spesifikasi parameter yang diharapkan yaitu sebesar ( $VSWR \leq 2$ ). Sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan grafik hasil pengukuran dari *return loss*. Dari gambar tersebut dapat dilihat nilai *return loss* sebesar -16,412 dB yang bekerja pada frekuensi 2,3 GHz, hasil ini sesuai dengan spesifikasi parameter yang diharapkan yaitu sebesar ( $return loss \leq -10\text{dB}$ ). Dengan hasil ini didapatkan *bandwidth* dengan menggunakan Persamaan 2.9 adalah:

$$bandwidth = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\%$$

$$bandwidth = \frac{2430 - 2185}{2307,5} \times 100\%$$

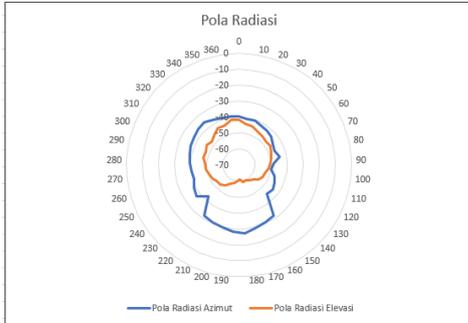
$$bandwidth = 10,62\% (245 \text{ MHz})$$

- Pengukuran *Outdoor*  
 Pengukuran ini dilakukan di dalam ruang uji medan jauh, yang diukur menggunakan antena

yang diuji sebagai penerima kemudian dengan tambahan antenna referensi (antena *horn*) sebagai pemancar. Pengukuran ini menggunakan alat *signal detector* dan *spectrum analyzer*, adapun parameter yang dapat diketahui hasilnya antara lain pola radiasi dan *gain*.

• Hasil Pengukuran *Outdoor*

Hasil pengukuran indoor antara lain pola radiasi dan *gain*.



Gambar 11. Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Dari gambar tersebut dapat dilihat hasil pola radiasi azimuth memiliki pola pancaran ke segala arah atau yang biasa disebut pola radiasi *omnidirectional*, sementara itu untuk hasil pola radiasi elevasi memiliki pola radiasi yang sama yaitu *omnidirectional* namun mempunyai daya pancar yang lebih kecil dibandingkan pola radiasi azimuth. Kemudian pengukuran *gain* didapatkan dengan cara antenna yang diuji diukur sebagai pemancar dan juga sebagai penerima agar mendapatkan daya level P(Tx) dan P(Rx) serta dibantu dengan antenna referensi yang mempunyai nilai *gain* sebesar 12dB. Setelah didapatkan daya level dari P(Tx) dan P(Rx) kemudian dihitung dengan persamaan berikut ini:

Tabel 2. Pengukuran Gain

Gain	Level
P1(rx)	-39.42
P2(tx)	-32.85

$$\begin{aligned} \text{Persamaan Gain} &= P1(Rx) - P2(Tx) + Pref \\ &= -39.42 - (-32.85) + 12 \text{ dB} \\ &= 5,43 \text{ dBi} \end{aligned}$$

Dimana :

P1(Rx) = saat antenna uji sebagai penerima

P2(Tx) = saat antenna uji sebagai pemancar

Pref = antenna referensi, dimana gain nya sebesar 12dBi

Dari hasil persamaan diatas terlihat bahwa nilai *gain* yang diperoleh sebesar 5,43 dBi pada frekuensi 2,3 GHz.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
VSWR	1,343	1,356
Return loss	-16,69 dB	-16,412 dB
Bandwidth	11,6% (265 MHz)	10,62% (245 MHz)
Gain	5,77 dBi	5,43 dBi
Pola radiasi	Directional	Omnidirectional

V. PENUTUP

Pada penelitian ini telah dirancang antenna mikrostrip dengan menggunakan metode *parasitic* pada *patch* segitiga yang bekerja pada frekuensi 2,3 GHz dan dapat diaplikasikan pada aplikasi LTE. Dari hasil simulasi dan pengukuran dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai *bandwidth* hasil simulasi antenna dengan *parasitic* didapatkan sebesar 265 MHz. Dengan demikian *bandwidth* mengalami kenaikan yang signifikan sebesar 21,1% dari 219 MHz yang merupakan hasil simulasi antenna utama tanpa *parasitic*.
- Antena mikrostrip dengan *parasitic* memiliki hasil pengukuran nilai VSWR yang optimum sebesar 1,356 dan nilai *return loss* sebesar -16,412 dB.
- Nilai *bandwidth* hasil pengukuran didapatkan sebesar 245 MHz (2185 MHz – 2430 MHz) dengan demikian memenuhi kebutuhan standar *bandwidth* 4G LTE sebesar 25 MHz – 100 MHz.
- Pola radiasi yang didapatkan dari hasil pengukuran yaitu pola radiasi *omnidirectional*.
- Gain yang didapatkan dari hasil pengukuran sebesar 5,43 dBi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin, Mohammad. Perancangan Antena Mikrostrip untuk Spektrum Ultra Wideband pada WLAN 5,2 GHz. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, Jakarta, 2015.
- [2] Amirullah, Lestari. Rancang Bangun Antena Mikrostrip dengan menggunakan Teknik Defected Ground Structure (DGS) Bentuk Dumbbell Square-Head Pada Patch Segitiga Array Linier. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 2018.
- [3] Chang, Kai, Inder Bahl, dan Vijay Nair. RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless System. John Wiley & Son, Inc, 2002.
- [4] Garg, Ramesh, Prakash Bhartia, Inder Bahl dan Apisak Ittipiboon. Microstrip Antenna Design Handbook. Artech House, Boston, 2001.
- [5] Herdani, Eden. Perancangan Antena Mikrostrip Array Patch Segitiga Dual-Band (2,4 GHz dan 3,3 GHz) dengan Stub pada Saluran Pencatu. Laporan Penelitian, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan, 2015.
- [6] <http://www.cnzahid.com/2015/04/fabrikasi-definisi-dan-rangkaian.html>, 17 Juni 2017
- [7] Insomasta. Antena Mikrostrip. Diakses dari <http://casdoper.blogspot.co.id/2014/02/antena-mikrostrip.html>, 25 Mei 2017
- [8] Julardi, Neronzie. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 GHz) dengan Teknik Planar Array sebagai Penguat Sinyal WI-FI. Skripsi, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2013.

- [9] Milligan, Thomas A, "Modern Antenna Design Second Edition", John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [10] Putri, Dia Novali, Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Dualband. Diakses dari <http://repository.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/97299/slug/perancangan-dan-realisisi-antena-mikrostrip-dualband-pada-frekuensi-2-5-2-6-ghz-dan-3-3-3-4-ghz-dengan-elemen-parasitik-untuk-aplikasi-wimax.html>. 25 Mei 2017
- [11] Rahmadyanto, Heri, Rancang Bangun Antena Mikrostrip Slot Triangular Array 8 Elemen dengan Pencatuan Microstrip Feed Line Secara Tidak Langsung untuk Aplikasi CPE WIMAX. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- [12] Rahman, Abdel. Design and Development of High Gain Wideband Microstrip Antenna and DGS Filters Using Numerical Experimentation Approach. Disertasi, University of Magdeburg, Magdeburg, 2005.
- [13] Sari, Karina. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Parasitic untuk aplikasi LTE di Frekuensi 1.800 MHz dan 2.100 MHz. Proyek Akhir, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Akademi Telkom Jakarta, Jakarta, 2016.
- [14] Sentot Samsul, Moh. Perancangan Antena Mikrostrip pada Frekuensi 2,3 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution). Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, Jakarta, 2015.
- [15] Sumartono. Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Multilayer Parasitic pada Frekuensi 2,35 GHz untuk Aplikasi LTE. Laporan penelitian, Fakultas Teknik Universitas Telkom, Bandung, 2014.
- [16] Syahrial, Teuku Yuliar Arif dan Jarnawi Ariga. Simulasi Perancangan dan Analisa Antena Mikrostrip Patch Circular pada Frekuensi 2,4 GHz untuk Aplikasi WLAN. Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 2015