

## PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP MULTILAYER PARASITIC PADA FREKUENSI 2,35 GHZ UNTUK APLIKASI LTE

Sumartono<sup>1</sup>, Dr. Heroe Wijanto, Ir.,MT.<sup>2</sup>, Dr. Yuyu Wahyu, Ir.,MT.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>3</sup>Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI, Bandung

<sup>1</sup>sumartono92@gmail.com, <sup>2</sup>heroe.wijanto@gmail.com, <sup>3</sup>yuyu@ppet.lipi.go.id

### Abstrak

Long Term Evolution atau sering kita kenal dengan istilah LTE merupakan sebuah nama dari generasi ke-4 (4G) seluler yang diberikan pada sebuah project dari Third Generation Partnership Project (3GPP) untuk memperbaiki standard mobile phone generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS/HSPA. Jaringan antarmuka-nya tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah. LTE memiliki kemampuan transfer data mencapai 300 Mbps pada sisi downlink dan 75 Mbps pada sisi uplink. Salah satu komponen penting dalam subsistem komunikasi LTE adalah antenna. Antenna yang dirancang adalah prototype Transmitter pada E-nodeB.

Antena mikrostrip mempunyai gain, bandwidth, dan efisiensi yang rendah. Sehingga, untuk mengatasi kelemahan tersebut, dalam tugas akhir ini dirancang antena mikrostrip susun menggunakan multilayer parasitic substrat untuk meningkatkan gain antena [1]. Jarak antara patch dengan parasitic lapisan pertama dan jarak antara parasitic lapisan pertama ke parasitic lapisan kedua dioptimalkan untuk memaksimalkan kopling elektromagnetik dan main lobe antena. Antena mikrostrip ini dirancang dengan bantuan perangkat lunak bantu berbasis Finite Integration Technique dengan menggunakan substrat epoxy FR-4 dengan nilai  $\epsilon_r = 4,2$ .

Antena yang dirancang pada tugas akhir ini menghasilkan polarisasi ellips dengan nilai Axial Ratio = 22,16 dB dan pola radiasi unidireksional dengan beamwidth azimuth yang terukur  $70^\circ$ . Antena bekerja pada frekuensi S-Band 2,333 sd 2,377 GHz pada VSWR  $\leq 2$  dan Gain = 8,23 dBi dapat terealisasi dengan antena mikrostrip multilayer parasitic berdimensi  $151,5 \times 151,5$  mm. Sedangkan untuk lebar pita VSWR diperoleh 44 MHz.

**Kata Kunci :** antena mikrostrip, multilayer parasitic, gain, long term evolution (LTE)

### Abstract

Long Term Evolution, also known as LTE, considered as fourth generation (4G) of cellular technology which developed by Third Generation Partnership Project (3GPP) for improving the performance of previous technology, UMTS/HSPA. The network interfaces are not compatible with 2G and 3G, so the operation should be managed through separated wireless spectrum. LTE has capability up to 300 Mbps for data transfer on the downlink side and up to 75 Mbps on the uplink side. Antenna admitted as one of the vital parts which support for LTE system. Antenna is designed as prototype of transmitter on EnodeB.

Microstrip antenna has low gain, bandwidth and efficiency. To overcome the weaknesses, this final project focussed on designing multilayer parasitic substrate for enhancing the gain of antenna. The distance between first layer parasitic and second layer parasitic has been optimized to maximize electromagnetic coupling and improve antenna main lobe. The microstrip antenna has been modeled and simulated using FR-4 epoxy substrate with 4.2 of dielectric constant and accompanied by aid from Finite Integration Technique (FIT) software.

The results have presented that antenna acquires ellips polarization with Axial Ratio = 22.16 dB, unidirectional radiation pattern,  $70^\circ$  beamwidth azimuthal, 2.333 – 2.377 Ghz of operating frequency at VSWR  $\leq 2$ , 44 MHz of bandwidth, and Gain = 8.23 dBi. The antenna has also realized with dimension of 151.5 mm x 151.5 mm.

**Keywords:** Microstrip Antenna, Multilayer Parasitic, Gain, Long Term Evolution (LTE)

### 1 Pendahuluan

Long Term Evolution atau sering kita kenal dengan istilah LTE merupakan sebuah nama dari generasi ke-4 (4G) seluler yang diberikan pada sebuah project dari Third Generation Partnership Project (3GPP) untuk memperbaiki standard mobile phone generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS/HSPA. Jaringan antarmuka-nya tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah. LTE memiliki kemampuan transfer data mencapai 300 Mbps pada sisi downlink dan 75 Mbps pada sisi uplink. Selain itu LTE ini mampu mendukung semua aplikasi yang ada baik voice, data, video, maupun IPTV.

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 prosesing 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, diantaranya: penambahan reflector, metode array, metode DGS yaitu dengan menghilangkan sebagian bidang groundplane, dan metode penambahan elemen parasitik. Pada penelitian tugas akhir ini, diusulkan perancangan antena mikrostrip dengan penambahan elemen parasitik.

Dengan menggunakan antena mikrostrip multilayer parasitic dapat menjadikan dimensi antena berkurang namun tetap menghasilkan gain yang besar jika dibandingkan dengan menyusun antena array dalam jumlah yang banyak untuk mendapatkan gain

yang besar. Hal tersebut tentu sangat menguntungkan dengan dimensi yang minimalis tetap mendapatkan gain yang besar sesuai yang diharapkan kurang lebih  $\geq 8$  dBi. Antena mikrostrip ini diharapkan dapat beroperasi pada frekuensi 2,3 – 2,4 GHz, sesuai dengan rekomendasi dari 3GPP untuk alokasi frekuensi LTE<sup>[2]</sup>.

2 Teori

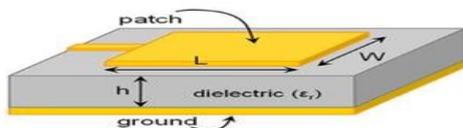
2.1 Antena

Antena merupakan suatu alat yang dapat merubah besaran listrik dari suatu transmisi menjadi suatu gelombang electromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas. Sebaliknya antena juga menangkap gelombang electromagnetic dari udara bebas untuk dijadikan besaran listrik kembali menjadi saluran transmisi. Karena merupakan perangkat perantara antara saluran transmisi dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (match) dengan saluran transmisi pencatunya. Saluran transmisi ini dapat berupa kabel koaksial, atau juga bisa ditambah dengan pipa untuk memperluas jalur transmisi dan dikenal dengan gelombang terbimbing (wave guide).

Secara umum antena memiliki karakteristik yang didasarkan pada luas penampang antena (aperture), pola pancar, bandwith, impedansi input, factor kualitas, direktivitas, gain, dan efisiensi. Karakteristik-karakteristik diatas disebut sebagai parameter-parameter dalam merancang suatu antena, dimana satu sama lainnya saling berhubungan.

2.2 Antena Mikrostrip Rectangular Patch

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



Gambar 1 Rectangular Patch <sup>[4]</sup>

W bisa diperbesar untuk menanggulangi radiasi dari tepi patch. Sedangkan L harus  $< \lambda/2$ , dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang medium dielektrik.

$$W = \frac{\lambda}{2\sqrt{\epsilon_r}}$$

Sedangkan untuk mencari panjang L dapat digunakan persamaan berikut :

$$\frac{\Delta}{h} = 0.412 \frac{+0.3 h^{+0.264}}{+0.258 \frac{h}{h} + 0.8} = \frac{\Delta}{2}$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L$$

$$\epsilon_r^{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{h}{L}$$

keterangan:

- $\epsilon_r^{eff}$  = konstanta dielektrik efektif
- $\epsilon_r$  = konstanta dielektrik substrat
- h = tinggi substrat
- W = lebar patch

Untuk ukuran Ground plane sama dengan ukuran substrat, yaitu :

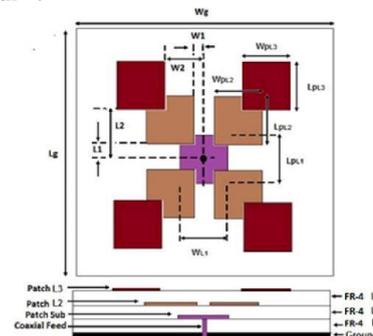
$$L_g \geq 6h + L$$

$$W_g \geq 6h + W$$

2.3 Multilayer 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 gambar 2 menunjukkan antena mikrostrip multilayer parasitic yang terdiri dari 3 lapisan, dengan substrat yang digunakan adalah FR-4 dengan tebal 1,6 mm. lapisan pertama merupakan antena utama (driven element), lapisan ke-2 dan ke-3 merupakan parasitic elements dengan patch 2 x 2. Pada tugas akhir ini terdapat ketinggian jarak untuk memisahkan masing-masing lapisan adalah udara atau yang disebut dengan air gap. Pengaruh dari penggunaan multilayer parasitic dengan air gap dapat meningkatkan gain secara signifikan<sup>[5]</sup>.



Gambar 2 Antena Mikrostrip Multilayer Parasitic<sup>[5]</sup>

3 Perancangan

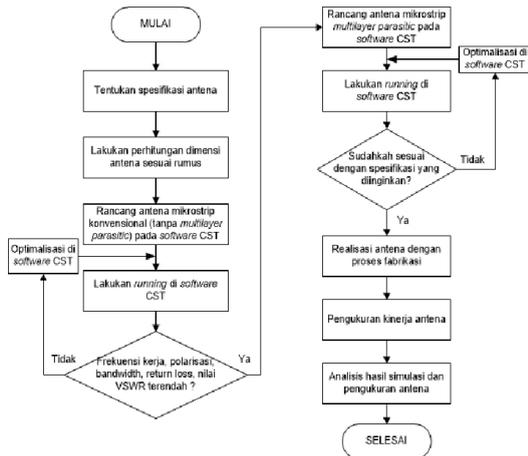
Sebelum melakukan realisasi antena, terlebih dahulu dilakukan perancangan. Perancangan ini dilakukan dengan menggunakan software simulator perancangan antena berbasis Finite Integration Technique (FIT). Setelah dihasilkan dimensi optimal

antena, langkah selanjutnya yaitu fabrikasi. Fabrikasi dilakukan dengan menggunakan jasa pencetakan Printed Circuit Board (PCB).

3.1 Tahap Perancangan

dimana  $\epsilon_{\text{eff}}$  adalah konstanta dielektrik efektif patch.  
Nilai  $\epsilon_{\text{eff}}$  dapat diperoleh dari persamaan :

Langkah-langkah perancangan antena adalah sebagai berikut



Gambar 3 Diagram Alir Perancangan Antena

3.2 Spesifikasi

Proses pembuatan antenna diawali dengan menentukan spesifikasi bentuk antenna beserta parameternya, yaitu frekuensi kerja, bandwidth, polarisasi, pola radiasi, return loss, dan gain.

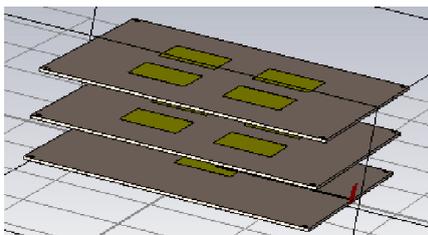
Tabel 1 Spesifikasi Antena

| Spesifikasi     | Keterangan   |
|-----------------|--|
| Frekuensi Kerja | 2,35 GHz   |
| Bandwidth       | 100 MHz (2,3 – 2,4 GHz)                              |
| Pola radiasi    | Unidireksional                                       |
| Beamwidth       | Azimuth: 120 <sup>0</sup> , Elevasi: 65 <sup>0</sup> |
| Polarisasi      | Linear   |
| VSWR            | ≤ 2  |
| Gain            | ≥ 8 dBi  |

Setelah penentuan spesifikasi, dilakukan perhitungan secara matematis, dan dilakukan optimasi maka di dapatkan dimensi antenna yang menghasilkan parameter antenna mendekati spesifikasi awal yang di harapkan. Komponen dimensi antenna pada saat dimuliasi di tunjukan pada tabel di bawah ini

Tabel 2 Parameter Dimensi Antena

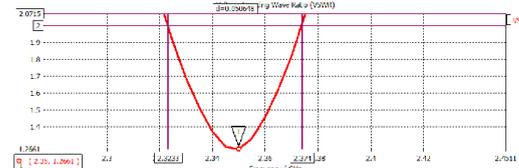
| Parameter                | Nilai (mm) |
|--------------------------|------------|
| Patch (P)                | 30.3       |
| Airgap layer 1 – 2 (ag)  | 20         |
| Airgap layer 2 – 3 (ag2) | 23         |
| Irisan antar patch (b)   | 5          |
| Groundplane (gp)         | 5*P        |
| Tebal substrat           | 1.6        |
| Lebar slot (Isl)         | 1.5        |
| Tebal tembaga (mt)       | 0.035      |
| Panjang slot (psl)       | 12         |
| Lebar Stripline (wf)     | 2          |



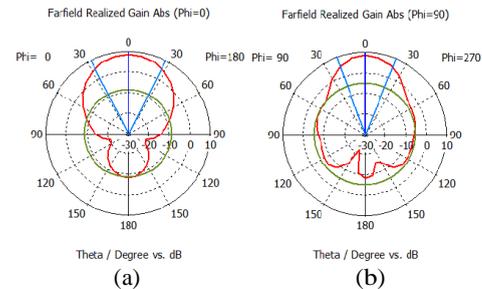
Gambar 4 Desain simulasi

3.3 Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi bandwidth pada VSWR ≤ 2 sebesar 50,648 MHz

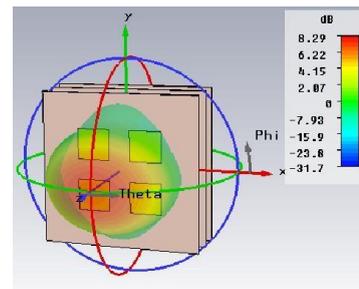


Gambar 5 Grafik VSWR Hasil Simulasi



Gambar 6 Pola Radiasi Hasil Simulasi (a) Azimuth (b) Elevasi

Dari gambar tersebut terlihat bahwa pola radiasi yang dihasilkan adalah unidireksional.



Gambar 7 Gain Hasil Simulasi

Gain yang dihasilkan dari proses simulasi sebesar 8,29 dB.



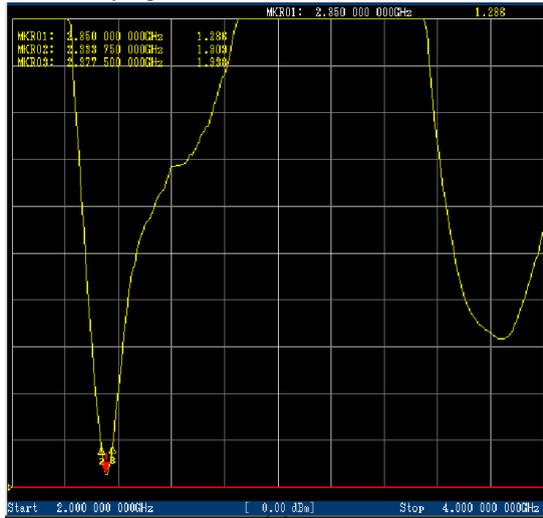
Gambar 8 Grafik Hasil Simulasi (a) Polarisasi (b) Impedansi

Polarisasi yang dihasilkan saat simulasi sebesar 40 dB, hal ini menunjukkan bahwa polarisasi bersifat linier. Impedansi hasil simulasi yaitu (39,72+j2,34) Ω.

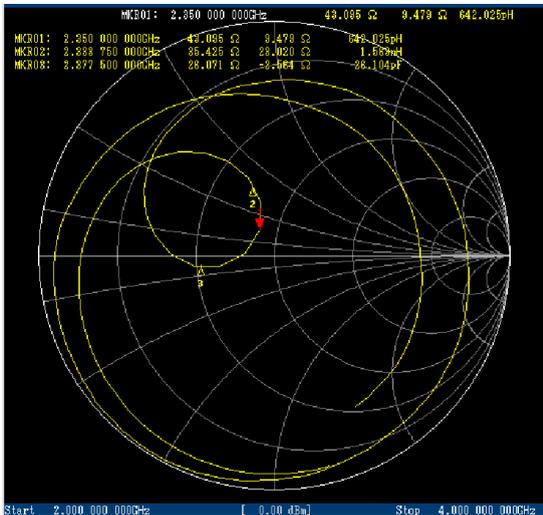
4 Pengukuran dan Analisis

Hasil pengukuran medan dekat dapat dilihat pada gambar 9. Pada gambar 9a menunjukkan hasil pengukuran VSWR, bandwidth yang terukur sebesar 48 MHz untuk nilai VSWR ≤ 2. Gambar 9b menunjukkan impedansi yang terukur di frekuensi kerja sebesar

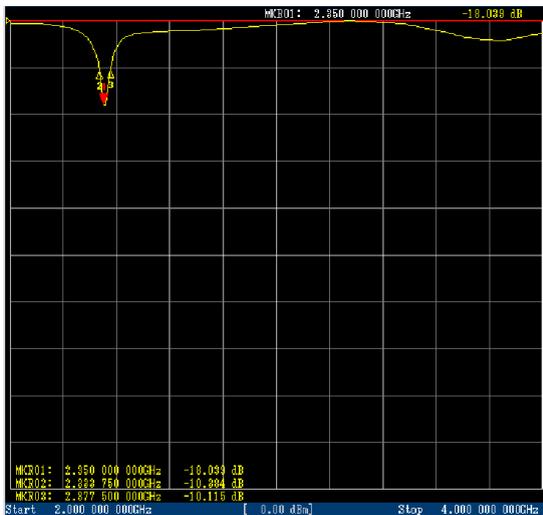
(43,095+j3,479) Ω. Dan Gambar 9c menunjukkan return loss yang terukur sebesar -18,039 dB.



(a)

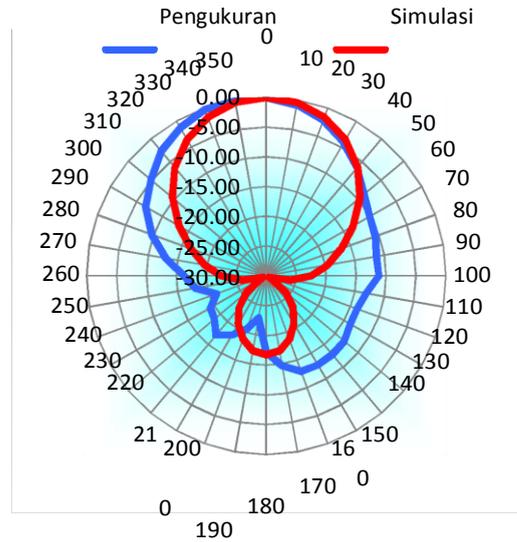


(b)

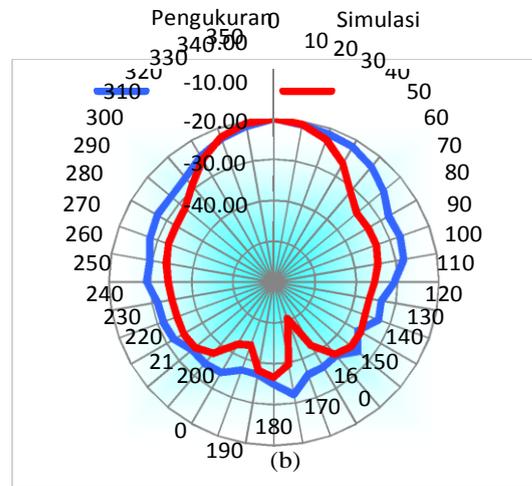


Gambar 9 Hasil Pengukuran Medan Dekat (a) Bandwidth VSWR ≤ 2 (b) Impedansi (c) Return Loss

Sedangkan hasil pengukuran medan jauh dapat dilihat pada Gambar 10 – 11 dan Tabel 3. Pada gambar 10a menunjukkan grafik perbandingan level daya terima simulasi dan pengukuran pola radiasi dalam arah azimuth, gambar 10b menunjukkan level daya terima dalam arah elevasi. Dan gambar 10c menunjukkan level daya terima pengukuran polarisasi. Serta tabel 3 menunjukkan level daya terima pengukuran gain.

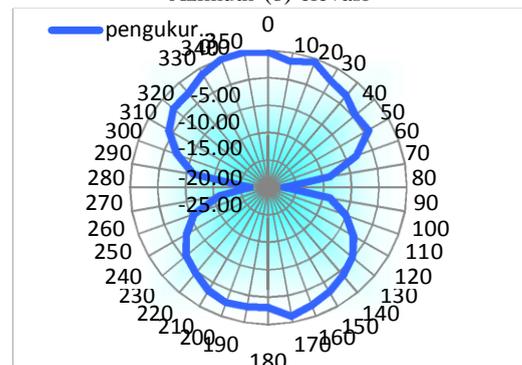


(a)



(b)

Gambar 10 Hasil Pengukuran Pola Radiasi (a) Azimuth (b) elevasi



(c)

Gambar 11 Hasil Pengukuran Polarisasi

Tabel 3 Daya Terima Pengukuran Gain

| NO               | Mikrostrin Konvensional (-dBm) | Mikrostrip 1 Layer Parasitic (-dBm) | Mikrostrip Multilayer Parasitic (-dBm) |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1                | 36.59                          | 35.07                               | 34.54                                  |
| 2                | 36.54                          | 35.13                               | 34.21                                  |
| 3                | 36.17                          | 35.19                               | 34.25                                  |
| 4                | 36.09                          | 34.96                               | 34.53                                  |
| 5                | 36.11                          | 35.25                               | 34.69                                  |
| 6                | 36.04                          | 35.01                               | 34.98                                  |
| 7                | 36.22                          | 34.89                               | 34.76                                  |
| 8                | 36.31                          | 34.77                               | 34.77                                  |
| 9                | 36.19                          | 35.24                               | 34.42                                  |
| 10               | 36.06                          | 35.06                               | 34.65                                  |
| Rx Lev Rata-rata | 36.228                         | 35.054                              | 34.58                                  |

- [1]

$$+ = 20 \log \text{---} + 10 \log$$

Berdasarkan rumus di atas dan gain antenna traasmitter 9 dB<sup>[8]</sup>, maka diperoleh nilai gain sebagai berikut

1. Mikrostrip konvensional sebesar 3,13 dB
2. Mikrostrip 1 layer parasitic sebesar 7,12 dB
3. Mikrostrip multilayer parasitic sebesar 8,23 dB

Hal tersebut membuktikan bahwa dengan menambahkan elemen multilayer parasitic dapat meningkatkan gain seperti yang dilakukan oleh [5]

## 5 Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari hasil perancangan, realisasi dan pengukuran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teknik multilayer parasitic dengan celah udara dapat meningkatkan gain 4,10 dB. Gain yang diperoleh pada antenna mikrostrip konvensional 3,13 dBi, setelah dilakukan penambahan multilayer parasitic didapatkan gain sebesar 8,23 dBi. Dengan kata lain metode ini dapat meningkatkan gain selain metode antenna susunan yang mana mempunyai kekurangan dimensi yang luas, namun dengan metode multilayer parasitic ini dapat mengurangi dimensi antenna.
2. Antena yang dirancang dan direalisasikan memiliki bandwidth sempit untuk return loss  $\leq -10$  dB 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. Dengan keadaan tersebut, meskipun belum sesuai dengan spesifikasi awal akan tetapi upaya untuk mendapatkan gain yang tinggi berhasil.
3. Pola radiasi yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi yaitu unidirectional akan tetapi beamwidth yang dihasilkan belum memenuhi spesifikasi yaitu 120<sup>0</sup>, hasil pengukuran hanya

didapat beamwidth 70<sup>0</sup> maka hasil ini akan mengakibatkan berkurangnya luas cakupan (coverage) yang diinginkan.

4. Semakin tinggi jarak antar lapisan (air gap), maka semakin tinggi pula gain antenna tetapi return loss semakin besar.
5. Elemen parasitic pada antenna mikrostrip sama halnya dengan elemen director pada antenna yagi-uda, karena keduanya sama-sama mengarahkan daya ke arah yang diinginkan.

### 5.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi yang lebih baik, saran untuk penelitian berikutnya antara lain

1. Sesuaikan datasheet material yang digunakan untuk simulasi dan realisasi yang dijual di pasaran agar hasil realisasi tidak jauh berbeda dengan hasil simulasi.
2. Untuk mendapatkan bandwidth yang lebih besar, gunakan teknik lain misalnya pencatutan proximity agar bandwidth terpenuhi sesuai spesifikasi antenna.
3. Lakukan pengukuran di tempat yang mendekati

ideal. Hindari tempat-tempat yang banyak pantulan sinyal lain, dan gunakan kabel dan konektor yang memiliki redaman kecil agar data yang didapat akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, C. A. (2005). "ANTENA THEORY ANALYSIS AND DESIGN Third Edition". Canada: Wiley-Interscience.
- [2] Dahlman, Erik. Parkvall, Stefan, dkk. (2008). "3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband 2<sup>nd</sup> edition". Academic Press. Oxford.
- [3] Iskander, Magdy F. (2000). "Electromagnetic Fields and Waves". Waveland Press, Inc. University of Utah.
- [4] Ramesh garg, P. B. (2001). "Microstrip Antena Design Handbook". Boston London: Artech House.
- [5] Abdullah, Rina. Ismail, N, dkk. (2012). "Multilayer Parasitic Microstrip Antena Array for WiMAX Application". IEEE Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics.
- [6] Supriyanto, Toto. Wibisono, Gunawan, dkk. (2012). "Peningkatan Gain Antena Mikrostrip Lingkaran Menggunakan Front-End Parasitik Substrat untuk Aplikasi LTE". Prosiding SMAP.
- [7] Wibisono, Gunawan. Firmansyah, Teguh, dkk. (2012). "Desain Antena MIMO 2 x 2 Mikrostrip Lingkaran Menggunakan Parasitik Substrat untuk Aplikasi LTE". Prosiding SMAP.
- [8] Datasheet. "SAS-571 Double Ridge Horn Antenna 700 MHz - 18 GHz". www.AHSystems.com