

# DESAIN ANTENA LTE MIMO 4×4 PIFA (PLANNAR INVERTED – F ANTENNA) PADA FREKUENSI 2.3 GHZ

Ahmad Tio Hasani<sup>1</sup>, Tito Yuwono<sup>2</sup>  
Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia  
[112524068@students.uii.ac.id](mailto:112524068@students.uii.ac.id)  
[tito@uui.ac.id](mailto:tito@uui.ac.id)

**Abstrak** - Perkembangan teknologi seluler semakin pesat dengan hadirnya teknologi LTE (*Long Term Evolution*) dari generasi keempat (4G). LTE muncul untuk memenuhi kebutuhan pengguna perangkat telekomunikasi yang menginginkan layanan dengan kualitas dan kecepatan yang tinggi. LTE mampu memberikan layanan *data rate* untuk *downlink* mencapai 299.6 Mbps dan untuk *uplink* mencapai 75 Mbps. LTE menggunakan sistem antena MIMO untuk memenuhi layanan tersebut. Pada penelitian ini dilakukan desain antena MIMO 4×4 PIFA (*Plannar Inverted – F Antenna*). Jenis antena ini sesuai untuk diaplikasikan pada perangkat *mobile* karena memiliki dimensi yang kecil. Antena dirancang untuk dapat bekerja pada frekuensi 2.3 GHz dengan spesifikasi yang menjadi acuan adalah nilai *return loss* kurang dari -10 dB, VSWR kurang dari 2, dan *gain* lebih dari 2.5 dBi. Perancangan antena menggunakan *software CST Studio Suite 2017* dan *Antenna Magus*. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi, dilakukan percobaan dengan merubah ketinggian *patch* dari *groundplane* dan lebar *shorting pin* dengan nilai yang berbeda-beda. Hasil akhir yang didapat dari penelitian ini adalah nilai *return loss* kurang dari -10 dB, VSWR kurang dari 2, serta nilai *gain* sebesar 4.577 dBi. Dimensi akhir *groundplane* adalah  $69.55 \times 125.19 \times 0.13 \text{ mm}^3$ , dimensi akhir *patch* adalah  $13.91 \times 21.57 \times 0.13 \text{ mm}^3$ .

**Kata kunci** : LTE, MIMO, PIFA

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan perangkat telekomunikasi saat ini tidak hanya untuk komunikasi suara, tetapi juga untuk komunikasi data, gambar dan video sehingga membutuhkan sarana komunikasi yang mampu melayani semua layanan tersebut. Selain itu, aplikasi layanan telekomunikasi juga dituntut untuk dapat dinikmati pengguna yang menggunakan perangkat bergerak seperti laptop dan *mobile phone*. Untuk memenuhi semua layanan tersebut dibutuhkan teknologi komunikasi yang memiliki kualitas tinggi dan kapasitas *bandwidth* yang besar dalam pengiriman informasi, dan teknologi tersebut adalah LTE [1].

LTE (*Long Term Evolution*) merupakan teknologi komunikasi *wireless* generasi keempat (4G) yang berbasis

pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. LTE bertujuan untuk meningkatkan performansi teknologi 3G dari sisi kualitas maupun kapasitas. Teknologi ini mampu memberikan layanan *data rate* untuk *downlink* mencapai 299.6 Mbps dan untuk *uplink* mencapai 75 Mbps dengan sistem antena MIMO 4×4 dan penggunaan spektrum 20 MHz.

Sistem antena MIMO pada komunikasi *wireless* berkecepatan tinggi sangat dibutuhkan untuk mengatasi *multipath fading*. Kemampuan antena MIMO dalam mengurangi *multipath fading* tergantung dari jumlah antena yang digunakan. Semakin banyak kombinasi antena MIMO yang digunakan semakin besar pula peningkatan performansi yang didapatkan. Dengan menggunakan antena MIMO 4×4, *data rate* yang didapatkan jauh lebih besar daripada antena MIMO 2×2 dengan menggunakan kanal *bandwidth* yang sama.

Untuk mendesain antena MIMO pada *handset* telepon bergerak digunakan pemilihan yang tepat dalam hal kualitas maupun efisiensi ruang. Pada umumnya digunakan antena *microstrip* untuk mendesain antena yang *low profile* dan berdimensi kecil. Namun pada penelitian ini akan digunakan jenis antena PIFA yang salah satu keunggulan daripada antena *microstrip* yaitu dimensi antena PIFA lebih kecil dengan panjang  $\lambda/4$  [2].

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan antena LTE MIMO PIFA 4×4 yang dapat bekerja pada frekuensi 2.3 GHz dan menguji serta mengukur spesifikasi antena yang telah didesain.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Long Term Evolution

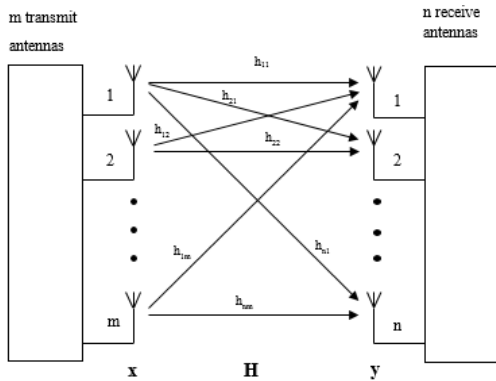
LTE adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Jaringan antarmuka-nya tidak cocok dengan jaringan 2G dan 3G, sehingga harus dioperasikan melalui spektrum nirkabel yang terpisah [3].

Teknologi LTE memiliki beberapa layanan, yaitu:

1. Menawarkan kecepatan *downlink* hingga 300 Mbps dan *uplink* 75 Mbps.
2. Menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM).
3. Meningkatkan kecepatan transmisi secara keseluruhan.
4. LTE menggunakan jaringan *all-IP*.

**B. Multiple Input Multiple Output**

Sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) adalah sistem yang menggunakan multi antena pada *transmitter* dan *receiver* untuk mengatasi kelemahan pada sistem komunikasi *wireless* konvensional diantaranya adalah *large scale fading*, *small scale fading*, *multipath fading* serta interferensi dari sinyal lain. Sistem MIMO memberikan penambahan efisiensi spektral yang didasarkan pada penggunaan *space diversity* pada *transmitter* dan *receiver* [4].



Gambar 1. Sistem MIMO [5]

Sistem MIMO memiliki beberapa kelebihan, diantaranya:

1. Sinyal pantulan (*multi path*) sebagai penguat sinyal utama sehingga tidak saling menggagalkan.
2. Mempercepat koneksi *wireless* dan memperjauh jarak jangkauan.
3. Menghemat penggunaan *bandwidth* dan peningkatan kapasitas kanal.

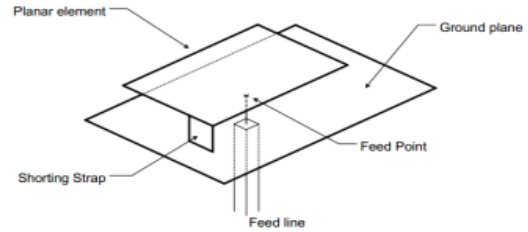
**C. Antena**

Antena adalah alat yang dapat merubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik kemudian memancarkannya ke ruang bebas ataupun sebaliknya. Antena juga merupakan salah satu komponen terpenting dalam suatu rangkaian dan perangkat elektronika yang berkaitan dengan frekuensi radio ataupun gelombang elektromagnetik [6].

**D. Planar Inverted – F Antenna**

*Planar Inverted – F Antenna* (PIFA) adalah salah satu jenis dari *Linier Inverted F – Antenna* (IFA) yang banyak digunakan pada perangkat *mobile* karena sifat hemat ruangnya. PIFA digunakan untuk sirkuit nirkabel yang

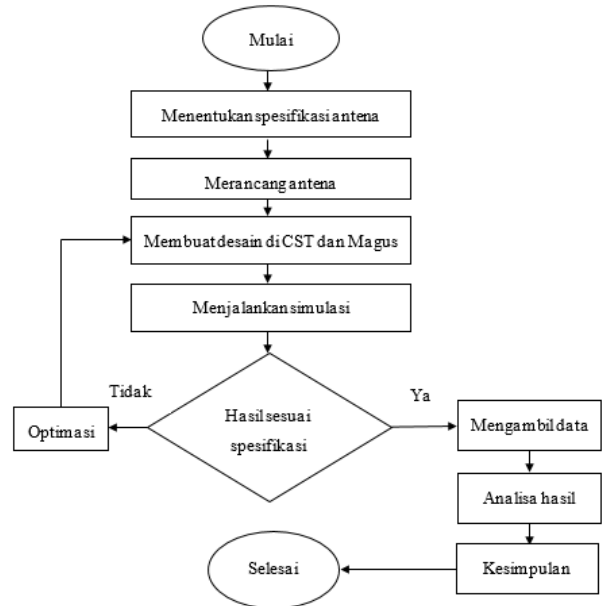
diimplementasikan ke *microstrip*. Format *microstrip* adalah format pilihan untuk elektronik RF elemen terdistribusi yang dibutuhkan seperti *filter*, sementara pada saat yang sama menjadi ekonomis karena metode produksi massal yang sama digunakan seperti untuk papan sirkuit tercetak. Pada umumnya, PIFA tersusun atas sebuah *rectangular planar element* yang terletak diatas *ground plane*, sebuah *shorting pin*, dan sebuah mekanisme *feeding* untuk *planar element*. Karena bentuknya yang kompak dan mendukung operasi *multiband* dan *wideband*, antena PIFA dapat diaplikasikan dalam berbagai macam hal seperti komunikasi *mobile* dan radio [7].



Gambar 2. Desain antena PIFA [7]

**III. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bersifat simulasi, alat yang dibutuhkan adalah perangkat komputer yang memiliki spesifikasi yang cukup untuk menjalankan simulasi secara cepat dan akurat. *Software* atau perangkat lunak yang digunakan adalah *CST Studio Suite 2017* dan *Antenna Magus*. Adapun untuk tahapan secara rinci dapat diperjelas oleh diagram alir berikut:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Tahap awal pembuatan adalah menentukan spesifikasi antena. Spesifikasi yang akan dibuat pada tugas akhir ini adalah:

Tabel 1. Tabel spesifikasi antena

Frekuensi kerja	2.3 GHz
VSWR	2
Return Loss	-10 dB
Gain	2.5 dBi

Frekuensi yang digunakan untuk perancangan yaitu frekuensi 2.3 GHz. Adapapun perhitungan untuk mendapatkan ukuran dimensi *patch* adalah sebagai berikut:

Lebar *patch* ( $W$ ):

$$W = \frac{c}{2fo \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2.3 \times 10^9 \sqrt{\frac{(4.3 + 1)}{2}}}$$

$$= 40.0628 \text{ mm}$$

Perhitungan konstanta dielektrik efektif:

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right)^{-0.5} \quad (2)$$

$$= \frac{5.3}{2} + \frac{3.3}{2} \left(1 + 12 \frac{1.67}{40.0628}\right)^{-0.5}$$

$$= 5.0599$$

Perhitungan  $\Delta L$ :

$$\Delta L = 0.412 \times h \frac{(\epsilon_{re} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{re} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (3)$$

$$= 0.412 \times 1.67 \frac{(5.0599 + 0.3) \left(\frac{40.0628}{1.67} + 0.264\right)}{(5.0599 - 0.258) \left(\frac{40.0628}{1.67} + 0.8\right)}$$

$$= 0.7514 \text{ mm}$$

Perhitungan panjang efektif:

$$L_{eff} = \frac{c}{2fo \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (4)$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2.3 \times 10^9 \sqrt{5.0599}}$$

$$= 28.9930 \text{ mm}$$

Panjang *patch*:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

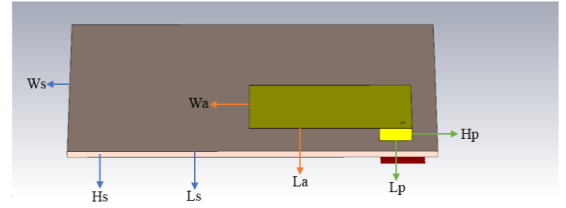
$$= 28.9930 - 2(0.7514)$$

$$= 27.4902 \text{ mm}$$

## IV. HASIL DAN ANALISIS

### A. Antena Satu Patch

Pada tahap pertama akan dibuat struktur antena dengan satu *patch* sebelum dilakukan penambahan antena lainnya. Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan (1) sampai dengan (5), maka bentuk antena setelah disimulasikan pada *software CST Studio Suite 2017* terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Bentuk antena hasil perhitungan

Keterangan gambar:

Ls = Panjang *substrate* (mm)

Ws = Lebar *substrate* (mm)

Hs = Tebal *substrate* (mm)

La = Panjang *patch* (mm)

Wa = Lebar *patch* (mm)

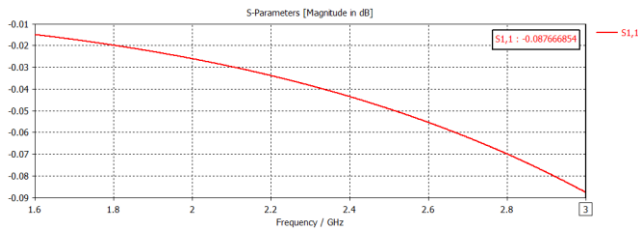
Lp = Panjang *short* (mm)

Hp = Tinggi *short* (mm)

Setelah dilakukan *running* simulasi pada *software* CST, nilai-nilai parameter diperiksa lalu dibandingkan dengan spesifikasi yang diinginkan. Jika tidak sesuai maka dilakukan optimasi pada dimensi antena. Setelah dilakukan optimasi pada dimensinya maka diperoleh ukuran-ukuran dari antena sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel dimensi antena

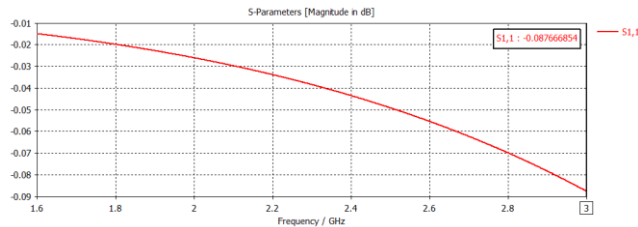
NO	KOMPONEN	DIMENSI
1	Panjang <i>Substrate</i> (Ls)	91.0117 mm
2	Lebar <i>Substrate</i> (Ws)	76.8368 mm
3	Tebal <i>Substrate</i> (Hs)	3 mm
4	Panjang <i>Patch</i> (La)	40.0627 mm
5	Lebar <i>Patch</i> (Wa)	25.8878 mm
6	Tebal <i>Patch</i> (Ha)	0.1 mm
7	Panjang <i>Short</i> (Lp)	8.0156 mm
8	Tebal <i>Short</i> (Wp)	0.1 mm
9	Tinggi <i>Short</i> (Hp)	6.3915 mm



Gambar 5. Grafik *return loss* antenna satu *patch*

Gambar 5 diatas merupakan gambar grafik *return loss* antenna dengan satu *patch* yang didesain menggunakan CST *Studio Suite 2017*. Didapat nilai *return loss* sebesar -0.087657029 dB. Nilai ini masih jauh dari batas nilai yang diinginkan yaitu  $\leq -10$  dB.

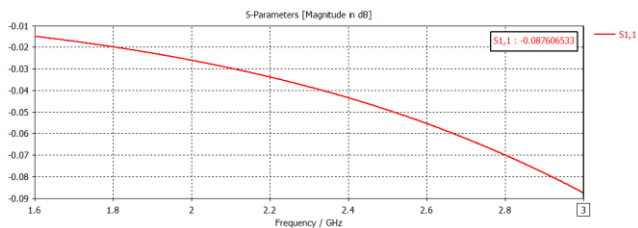
Selain nilai yang tidak sesuai, grafik yang dihasilkan juga tidak terfokus pada frekuensi yang ditetapkan yaitu frekuensi 2.3 GHz. Oleh karena itu optimasi dilakukan untuk mendapat nilai yang lebih baik dengan merubah ketinggian *patch* dari *groundplane*.



Gambar 6. Pengaruh perubahan tinggi *patch* terhadap *return loss*

Dari gambar 6 didapat nilai *return loss* sebesar -0.087666854 dB. Nilai ini lebih kecil dari hasil sebelum tinggi *patch* dirubah walaupun tidak secara signifikan.

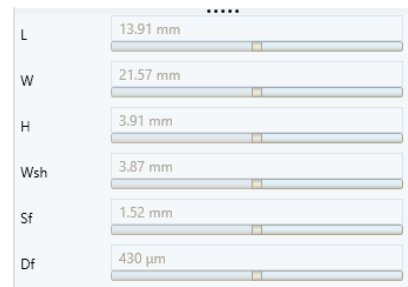
Selain tinggi *patch*, lebar *shorting pin* juga dirubah untuk melihat apakah hasil akhir yang didapat berubah signifikan.



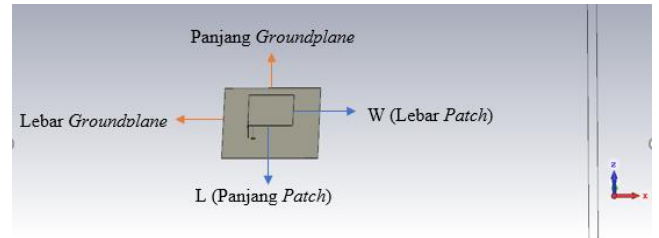
Gambar 7. Pengaruh perubahan lebar *shorting pin* terhadap *return loss*

Hasil *return loss* yang didapat dari gambar 7 adalah -0.087666533 dB. Nilai ini lebih besar sedikit dari hasil sebelumnya. Setelah tinggi *patch* dan lebar *short* dirubah dapat diketahui bahwa tidak ada perubahan yang signifikan dari hasil *return loss* yang didapat.

Selanjutnya akan dilihat hasil simulasi dari desain yang dirancang menggunakan *Antenna Magus* dengan spesifikasi yang sama dengan yang digunakan pada CST *Studio Suite 2017*.

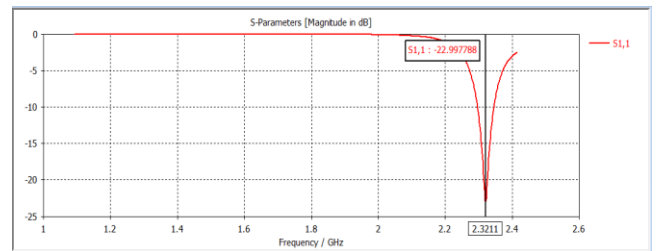


Gambar 8. Tampilan parameter *Antenna Magus*



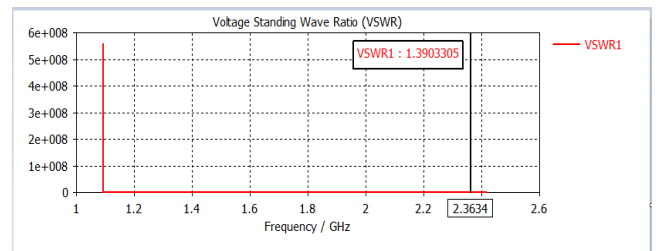
Gambar 9. Bentuk antenna dari *Antenna Magus*

Gambar 8 diatas adalah parameter yang sudah dirubah dan sesuai dengan spesifikasi menggunakan *Antenna Magus* dan gambar 9 adalah bentuk model antenna dengan satu *patch* yang nantinya akan dibuat menjadi antenna LTE MIMO 4x4 PIFA.



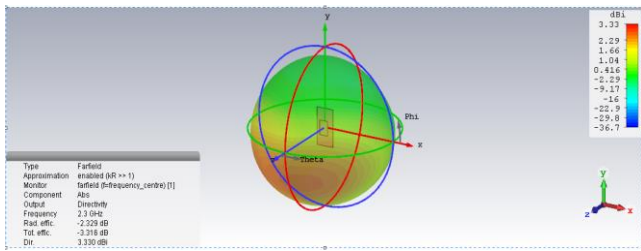
Gambar 10. Grafik *return loss* antenna satu *patch* dari *Antenna Magus*

Hasil *return loss* yang didapat pada gambar 10 adalah -22.997788 dB pada frekuensi 2.3211 GHz. Hasil ini sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu nilai *return loss*  $\leq -10$  dB.

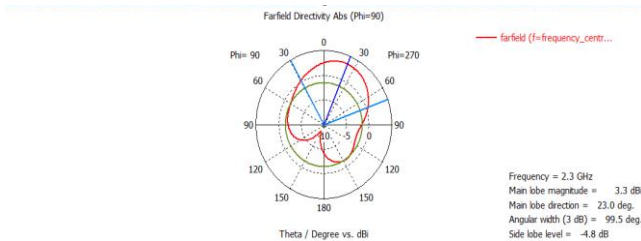


Gambar 11. Grafik VSWR antenna satu *patch*

Dari gambar 11 didapat hasil VSWR minimum bernilai 1.3903305 dan hasil tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan yaitu nilai VSWR  $\leq 2$ .



Gambar 12. Pola radiasi 3D dan nilai *gain* antenna satu *patch*

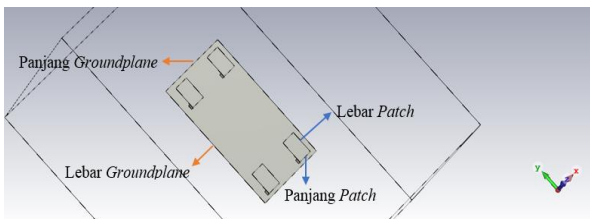


Gambar 13. Pola radiasi Azimut antenna satu *patch*

Dari gambar 12 didapat hasil *gain* bernilai 3.330 dBi. Hasil ini sudah sesuai dengan nilai spesifikasi yang diinginkan yaitu nilai *gain*  $\geq 2.5$  dBi.

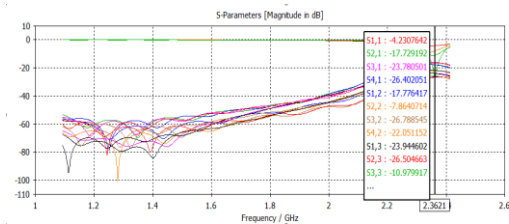
### B. Antena Empat Patch

Pada tahap pembuatan antenna dengan empat *patch* digunakan model yang sama dengan antenna satu *patch*.

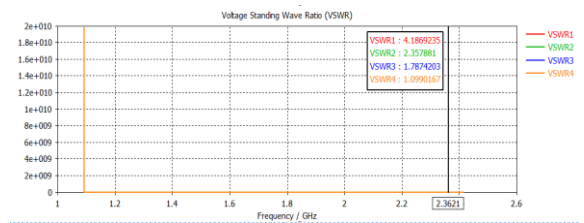


Gambar 14. Bentuk desain antenna empat *patch*

Ukuran dari antenna empat *patch* diatas adalah empat kali panjang *groundplane* dan dua kali dari lebar *groundplane* dari antenna satu *patch*.



Gambar 15. Grafik *return loss* antenna empat *patch*



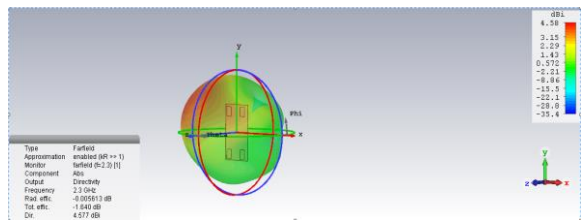
Gambar 16. Grafik VSWR antenna empat *patch*

Pada Gambar 15 didapat hasil *return loss* dari S1,1, S1,2 sampai S4,4. Data yang akan diambil untuk analisa adalah S1,1, S2,2, S3,3, dan S4,4.

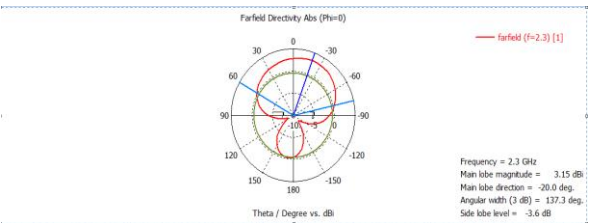
Tabel 3. Nilai *return loss* dan VSWR antenna empat *patch*

	<i>Return Loss</i> (dB)	VSWR
Antena 1 (S1,1)	-4.2307642	4.1869235
Antena 2 (S2,2)	-7.8640714	2.357881
Antena 3 (S3,3)	-10.979917	1.7874203
Antena 4 (S4,4)	-26.526145	1.0990167

Tabel 3 diatas merupakan tabel nilai *return loss* dan VSWR dari antenna dengan empat *patch* yang telah dioptimasi. Diketahui bahwa dari semua nilai tersebut hanya antenna 3 (S3,3) dan antenna 4 (S4,4) yang memenuhi spesifikasi *return loss*  $\leq -10$  dB dan VSWR  $\leq 2$ .



Gambar 17. Pola radiasi 3D dan nilai *gain* antenna empat *patch*



Gambar 18. Pola radiasi Azimut antenna empat *patch*

Dari gambar 17 didapat nilai *gain* sebesar 4.577 dBi. Hasil ini sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan yaitu nilai *gain*  $\geq 2.5$  dBi.

### V. KESIMPULAN

1. Antena LTE MIMO 4x4 PIFA yang dirancang memiliki dimensi akhir  $69.55 \times 125.19 \times 0.13$  mm<sup>3</sup>, dimensi *patch*  $13.91 \times 21.57$  mm<sup>2</sup> dengan tinggi *patch* dari *groundplane* 3.91 mm. Perancangan menggunakan *software CST studio suite 2017* dan *Antenna Magus*.
2. Antena LTE MIMO 4x4 PIFA yang telah dirancang memiliki hasil nilai *return loss*  $\leq -10$  dB dan VSWR  $\leq 2$  untuk antenna tiga dan empat (S3,3 dan S4,4),

sedangkan antena satu dan dua (S1,1 dan S2,2) tidak memenuhi spesifikasi yang diinginkan, nilai *gain* yang didapat adalah 4.577 dBi yang mana sudah memenuhi spesifikasi nilai *gain* yaitu  $\geq 2.5$  dBi.

3. Hasil pengukuran antena masih tidak ada yang sesuai dengan spesifikasi dikarenakan berbagai hal, seperti pemilihan material bahan yang tidak sesuai, ukuran dimensi yang terlalu besar, dan penyusunan antena yang dilakukan secara manual.
4. Optimasi dilakukan dengan cara merubah ketinggian *patch* dari *groundplane* dan merubah panjang *short* untuk mencari hasil yang sesuai dengan spesifikasi.
5. Antena yang telah dirancang tidak memenuhi spesifikasi dan tidak dapat digunakan pada *handset mobile*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Fauzi, G. S. Harly, and H. S. Hanrais, "Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia." Institut Manajemen Telkom Bandung.
- [2] R. Sanusi, H. Wijanto, and Y. Wahyu, "Implementasi dan Analisis Antena PIFA MIMO 4 X 4 untuk Aplikasi Handset TDD-LTE pada Frekuensi 2.3 GHz - 2.6 GHz." Universitas Telkom.
- [3] I. Gemiharto, "Teknologi 4g-lte Dan Tantangan Konvergensi Media Di Indonesia," *J. Kaji. Komun.*, vol. 3, no. 2, pp. 212–220, 2015.
- [4] E. Biglieri, R. Calderbank, A. Constantinides, A. Goldsmith, A. Paulraj, and H. V. Poor, *MIMO Wireless Communications*. Cambridge.
- [5] A. Nasri and A. Benfetima, "Study and simulation of the transmit diversity technique in LTE systems," PhD Thesis, 2017.
- [6] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*. John Wiley & Sons, 2012.
- [7] B. T. P. Madhav, V. Pisipati, H. Khan, and P. D. Prasad, "Shorting plate planar inverted folded antenna on LC substrate for Bluetooth application," *J. Eng. Sci. Technol. Rev.*, vol. 5, no. 2, pp. 42–45, 2012.