

# PERANCANGAN *DUAL-BAND* ANTENA MIMO 1X4 UNTUK 5G SMARTPHONE

\*Lisma Fitria, \*Yusnita Rahayu, #Adit Kurniawan

\*Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Riau

\*Kampus Bina Widya KM 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

#Sekolah Tinggi Elektro Informatika Institute Teknologi Bandung

#Gedung Achmad Bakrie, Lt. 2, Jl. Ganesha No 10, Bandung 40132

Email : [lisma.fitria@student.unri.ac.id](mailto:lisma.fitria@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*The last decade has been enormous invasion of wireless device in the evolution of technology. The requirement of high throughput is needed to provide the quality of device such as audio, data, video, and games. However, the connected devices grown and increase critically year by year. Multiple Input Multiple Output (MIMO) that embedded for 4G technologies as one of technology that more likely to adapted on 5G to improve the data peak rate for SNR (Signal-to-Noise Ratio). Multiple Input Multiple Output (MIMO) confirmed that can be the solution to provide better efficiency. This paper will proposed the design of dual band MIMO antenna 1x4 for 5G smartphone. The proposed antenna is designed RT Duroid 5880 substrate with overall dimension size of 150x70mm. The antenna consist of 8 elements that achieved -25.24 dB of return loss at 28 GHz frequency while at 38 GHz is -26.84 dB. Then achieved gain 8.82 dBi at 38 GHz frequency and 9.52 dBi at 38 GHz.*

*Keyword: MIMO, 5G, Dual-band, Smarthphone, Microstrip.*

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan sistem teknologi komunikasi menghadirkan peningkatan yang signifikan dalam kinerjanya. Meningkatnya jumlah perangkat dan layanan *mobile wireless* dimasa yang akan datang menyebabkan masih ada beberapa masalah yang tidak dapat diakomodasi oleh 4G, seperti tingkat data yang tinggi, konsumsi energi rendah dan cakupan area sempit. Oleh karena itu, sistem seluler 5G dialihkan pada pita gelombang millimeter yang memiliki *bandwidth* yang lebih besar untuk dapat meningkatkan efisiensi dan kapasitas jaringan, peningkatan data rate dengan cakupan yang lebih baik pada konsumsi daya yang rendah (Y. Wang, 2016).

Pengujian untuk penerapan jaringan 5G telah dilakukan pada pergelaran *Asian Games* yang diadakan di Indonesia pada Agustus 2018. Telkomsel sebagai salah satu *provider* telah menguji coba teknologi 5G dengan uji coba yang dilakukan berupa *live streaming* pertandingan, *future driving*, *sydling everywhere* dan *autonomous bus*. Frekuensi yang dipakai

adalah 28 GHz dengan hasil pengujian kecepatan *transfer* data mencapai 16,60 Gbps (Reska, 2018).

Untuk menghasilkan kinerja yang optimal teknologi MIMO digabungkan dengan teknik pencatutan *microstrip line* karena ukuran antena mikrostrip yang kecil dan beratnya yang ringan membuat jenis antena ini sederhana untuk dibuat dan mudah untuk diintergrasikan.

Penelitian mengenai antena MIMO yang bekerja pada rentang frekuensi gelombang millimeter sebelumnya telah dilakukan oleh Wiranata, F dan Rahayu, Y, yang berjudul "Perancangan Antena Smartphone MIMO 8x8 Multi Layer untuk Jaringan Komunikasi Nirkabel 5G" pada dilakukan tahun 2018 dengan hasil *return loss* sebesar -30,05 dB, VSWR sebesar 1,06, *bandwidth* sebesar 3,77 GHz, sedangkan *gain* antena sebesar 11,6 dB.

Penelitian yang dilakukan oleh N.O. Parchin, Y. I. A. Al-Yasir, A. H. Ali, I. Elfergani, J. Rodriguez & R. A. Abd-Alhameed, 2019 yang berjudul "*Eight-Element Dual-Polarized MIMO Slot Antenna System for 5G*

*Smartphone Application*” membuat perancangan antenna MIMO yang digunakan untuk aplikasi smartphone. Antenna yang dirancang untuk ukuran 75 mm x 150 mm dengan ketebalan sybstrat 1,6 mm. Jenis substrat yang digunakan adalah FR4 dengan nilai constanta dielektrik 4,4 dan *loss tangent* 0,025. Desain *single element* menggunakan dua buah *patch* lingkaran dengan dua buah saluran pencatu *microstrip line* dan *ground plane* antenna menggunakan *slot* persegi, hal ini bertujuan untuk mendapatkan *bandwidth* pada frekuensi 3,4 GHz – 3,8 GHz dan pola radiasi yang berbeda. Perancangan antenna MIMO 2x4 yaitu 8 buah elemen peradiasi yang ditempatkan disetiap sudut substrat. Pada penelitian memiliki keleihan dimana peletakan antenna secara 2x4 merupakan yang paling efesien jika dilihat dari peningkatan *gain* antenna dan pola rasiasi yang akan menyebar pada setiap sisi antenna.

Pada penelitian ini dirancang antenna mikrostrip MIMO 1x4 yang digunakan untuk 5G *smartphone*. Desain antenna akan menggunakan spektrum dual frekuensi yaitu 28 dan 38 GHz dengan menggunakan teknik pencatuan *microstrip line*.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Antena Mikrostrip Rectangular Patch

*Patch* yang paling umum digunakan dalam perancangan antenna adalah *patch* berbentuk persegi panjang. Adapun perhitungan yang digunakan dalam melakukan perancangan antenna mikrostrip berbentuk persegi panjang (Balanis, 2016):

Menentukan lebar *patch* (*w*) (Balanis, 2016):

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.1)$$

Dimana *c* adalah kecepatan cahaya di ruang bebas, yaitu sebesar  $3 \times 10^8$  m/s,  $f_0$  adalah frekuensi kerja dari antenna dan  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik dari bahan substrat sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (*l*) diperlukan parameter  $\Delta l$  yang merupakan pertambahan panjang dari *l* akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari *l* ( $\Delta l$ ) tersebut dirumuskan dengan (Balanis, 2016):

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left( \frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2.2)$$

Dimana *h* merupakan tinggi substrat dan  $\epsilon_{reff}$  adalah konstanta dielektrik efektif yang dirumuskan sebagai (Balanis, 2016):

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \left( \frac{h}{W} \right)}} + 0,04 \left( 1 - \frac{W}{h} \right)^2 \right] \quad (2.3)$$

Dengan demikian panjang *patch* (*l*) diberikan oleh (Balanis, 2016):

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.4)$$

Dimana  $L_{eff}$  merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dirumuskan dengan (Balanis, 2016):

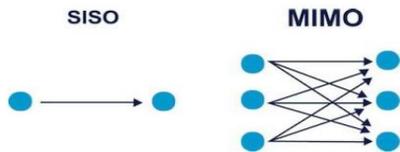
$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.5)$$

### 2.2 Teknik Pencatuan Mikrostrip

Teknik pencatuan pada antenna mikrostrip merupakan salah satu hal penting yang akan mempengaruhi proses perencanaan, impedansi input dan karakteristik antenna. Teknik pencatuan antenna mikrostrip *rectangular* dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara langsung menggunakan teknik *probe coaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line*. Pada perancangan antenna mikrostrip yang dilakukan menggunakan teknik *microstrip line* (Yuniati, 2015).

### 2.3 Massive MIMO

Sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) merupakan sistem yang terdiri atas sejumlah antenna pengirim dan penerima. Sistem MIMO bekerja dengan baik pada komponen *multipath*. *Massive MIMO* dapat meningkatkan kapasitas hingga 15 kali (2010) meningkatkan efisiensi energi radiasi hingga 100 kali. Peningkatan efisiensi energi didukung dengan penggunaan antenna dalam jumlah besar (Wijanto, 2017). Teknik MIMO dengan beberapa antenna pemancar ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Konfigurasi MIMO (Wijanto, 2017)

### 2.4 Mutual Coupling

Ketika dua antenna berdekatan satu sama lain, apakah satu dan / atau keduanya saling mengirim atau menerima, sebagian dari energi yang terutama ditujukan untuk satu berakhir di ujung yang lain. jumlahnya sangat tergantung pada :

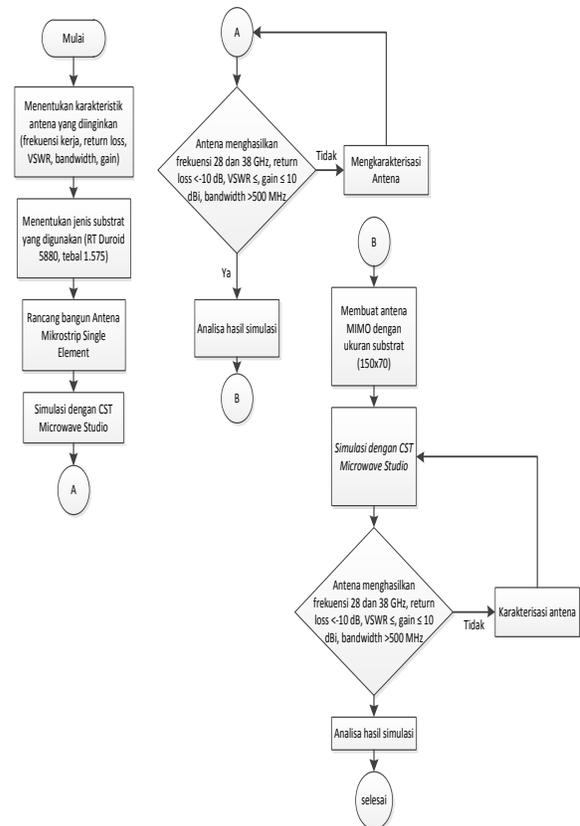
1. Karakteristik radiasi masing-masing
2. Pemisahan relatif di antara mereka
3. Orientasi relatif masing-masing

*Mutual Coupling* merupakan hal umum pada sistem antenna. Efek *Mutual coupling* pada bidang antenna biasanya terjadi pada antenna array atau juga pada sistem MIMO. Efek mutual coupling dapat menyebabkan perubahan pada parameter antenna baik impedansi, VSWR, pola radiasi yang diinginkan, dan bandwidth antenna tersebut.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Perancangan Antena

Diagram alir perancangan antenna berisi tahapan tahapan yang bertujuan untuk membantu dalam proses perancangan antenna. Gambar.2 menggambarkan diagram alir dalam perancangan antenna hingga proses simulasi antenna. Perancangan dimulai dengan menentukan frekuensi kerja yang ingin dicapai. Kemudian dirancang antenna mikrostrip MIMO dengan penambahan elemen *patch* secara parallel dengan pencatutan *Microstrip Line*. Setelah itu dilakukan simulasi hingga memperoleh hasil parameter yang baik sesuai standar antenna 5G. Diagram alir perancangan antenna dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Alir Perancangan Antena

### 3.2 Menentukan Karakteristik Antena

Adapun tahapan awal dari perancangan antenna adalah menentukan karakteristik antenna yang diharapkan, yaitu frekuensi kerja antenna, *impedance bandwidth*, *return loss*, VSWR, dan *gain*. Adapun parameter antenna yang diinginkan seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Parameter Antena yang Diinginkan

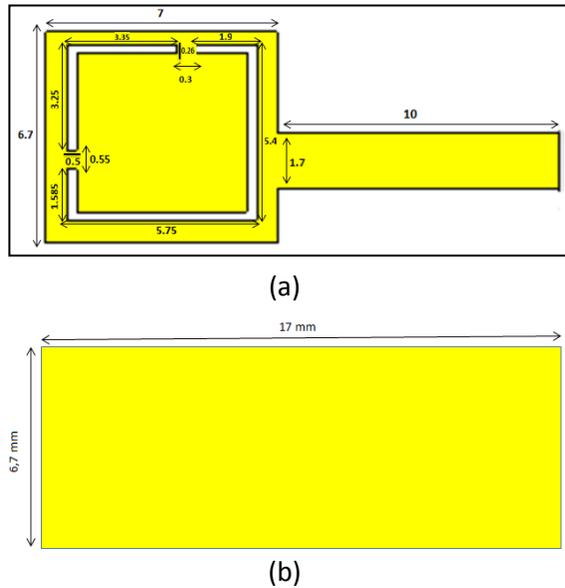
Parameter	Karakterisasi Antena
Frekuensi Kerja	28&38 GHz
<i>Return Loss</i>	< -10 dB
<i>Bandwidth</i>	> 500 MHz
VSWR	≤ 2
<i>Gain</i>	≥ 10 dBi

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan dan karakterisasi antenna, tahap selanjutnya yaitu dilakukannya simulasi hasil rancang akhir antenna MIMO 1x4 yang ukurannya telah disesuaikan dengan *smartphone*.

#### 4.1 Perancangan Antena Mikrostrip Elemen Tunggal

Perancangan antena mikrostrip dengan model patch persegi panjang serta bentuk ground plane yang sama dengan patch antena. Teknik pencatutan yang digunakan yaitu dengan pencatutan *microstrip line*, penggunaan pencatutan ini untuk memudahkan dalam proses perancangan antena mikrostrip.



**Gambar 3.** Desain antena mikrostrip; (a) Tampak depan antena, (b) *Ground plane* antena

**Tabel 2** Dimensi akhir antena mikrostrip elemen tunggal

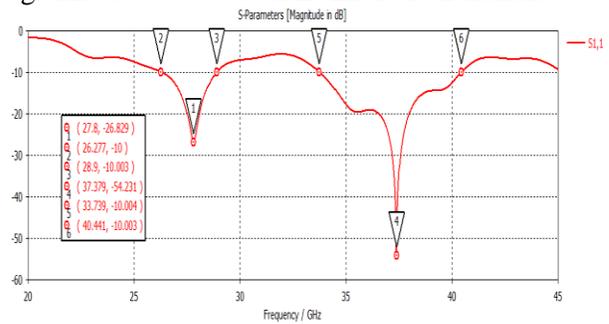
Parameter	Ukuran (mm)
Tebal Substrat (h)	1.575
Lebar Pencatut (Wf1)	1,7
Panjang Pencatut1 (Lf1)	10
Lebar Patch (Wp)	7
Panjang Patch (Lp)	6.9
Panjang Ground (Lg)	15
Lebar Ground (Wg)	20
Panjang Substrat (Ls)	15
Lebar Substrat (Ws)	20
Panjang Slot (Lslot)	5.4
Lebar Slot (Wslot)	0.3
Panjang Gap 1 (Lg1)	0.55
Lebar Gap 1 (Wg1)	0.3
Panjang Gap 2 (Lg1)	0.3
Lebar Gap 2 (Wg1)	0.55

#### 4.2 Hasil Simulasi Elemen Tunggal

Desain antena mikrostrip *dipole* disimulasikan menggunakan *software* CST *Microwave Studio*. Setelah antena disimulasikan dan melewati karakterisasi serta optimalisasi akan menghasilkan beberapa nilai parameter, seperti *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, dan *gain* seperti berikut.

##### 4.2.1 Return Loss

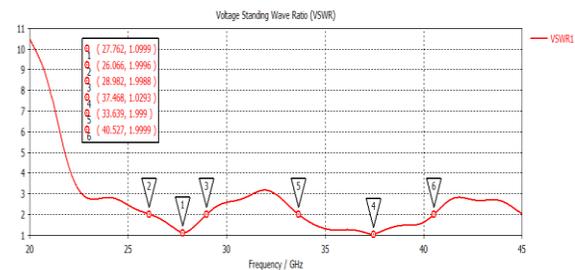
Nilai *return loss* yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah *return loss* -26.82 dB pada frekuensi 27.8 GHz dan -54.23 dB pada frekuensi 37.37 GHz. Berdasarkan hasil simulasi, antena mikrostrip menghasilkan parameter *return loss* sesuai dengan yang diinginkan yaitu  $< -10$  dB. Gambar 4 merupakan grafik *return loss* setelah simulasi dilakukan.



**Gambar 4.** Grafik *return loss* antena mikrostrip elemen tunggal

##### 4.2.1 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Nilai *VSWR* yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah nilai *VSWR* yang diperoleh pada frekuensi 28 GHz adalah sebesar 1.099 dan 38 GHz sebesar 1.029. Berdasarkan teori bahwa pada perancangan antena dapat bekerja apabila nilai  $VSWR \leq 2$ . Gambar 5 merupakan grafik *VSWR* setelah dilakukan simulasi.



**Gambar 5.** Hasil simulasi *VSWR* antena mikrostrip MIMO 2x4

### 4.2.3 Bandwidth

Adapun *bandwidth* yang dicapai pada nilai VSWR di atas adalah :

Untuk frekuensi 28 GHz

$$\text{Bandwidth} = \frac{28.98 - 26.06}{28} \times 100\%$$

$$\text{Bandwidth} = 2.92 \text{ GHz (10.4\%)}$$

Untuk frekuensi 38 GHz

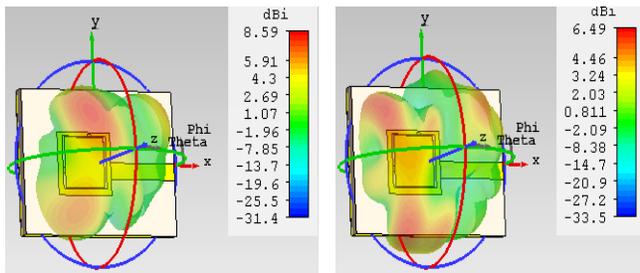
$$\text{Bandwidth} = \frac{40.52 - 33.63}{38} \times 100\%$$

$$\text{Bandwidth} = 6.89 \text{ GHz (18\%)}$$

Berdasarkan frekuensi kerja antenna yang memenuhi ketentuan dengan nilai return loss < -10 dB, maka rentang frekuensi antenna pada pada rentang frekuensi 26.06 sampai 28.98 GHz menghasilkan *bandwidth* 2.92 GHz dan 33.63 sampai 40.52 GHz menghasilkan *bandwidth* 6.89 GHz.

### 4.2.4 Gain

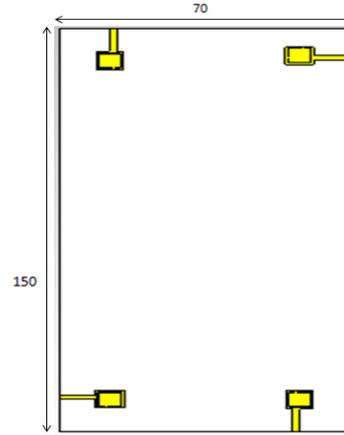
Nilai *gain* yang didapatkan dari hasil simulasi perancangan antenna mikrostrip elemen tunggal adalah sebesar 8.59 dBi pada frekuensi 28 GHz dan 6.49 dBi pada frekuensi 38 GHz, seperti yang terlihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pola radiasi gain antenna mikrostrip elemen tunggal

### 4.3 Perancangan Antena Mikrostrip MIMO 1x4

Perancangan antenna mikrostrip MIMO akan menggabungkan beberapa elemen peradiasi antenna, dan ukuran yang disesuaikan dengan panjang dan lebar pada *smarthphone* yaitu 150x70 mm. Desain perancangan antenna mikrostrip MIMO 1x4 ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Desain Antena MIMO 1X4

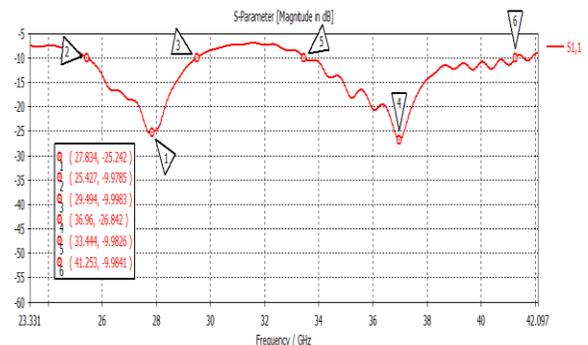
### 4.4 Hasil Simulasi Antena MIMO 1X4

Desain antenna MIMO disimulasikan menggunakan *software* CST Microwave Studio. Setelah antenna disimulasikan dan melewati karakterisasi serta optimalisasi akan menghasilkan beberapa nilai parameter, seperti *return loss*, VSWR, *bandwidth*, dan *gain* seperti berikut.

#### 4.4.1 Return Loss

Nilai *return loss* yang diperoleh pada frekuensi 28 GHz didapat hasil sebesar -25.24 dB sedangkan untuk 38 GHz didapat hasil sebesar -26.84 dB. Hasil *return loss* dan rentang frekuensi yang didapat masih sesuai dengan rentang frekuensi yang diinginkan.

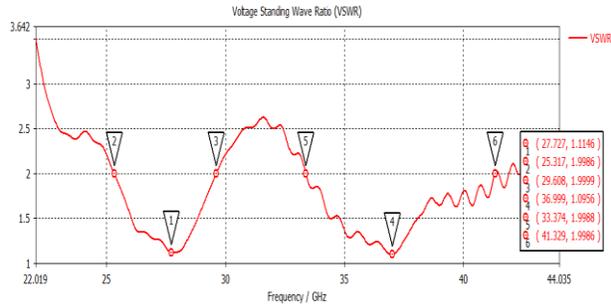
Berdasarkan hasil simulasi, antenna mikrostrip menghasilkan parameter *return loss* sesuai dengan yang diinginkan yaitu < -10 dB. Gambar 4 merupakan grafik *return loss* setelah simulasi dilakukan.



**Gambar 8.** Grafik *return loss* antenna mikrostrip MIMO 1X4

#### 4.4.2 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Diperoleh hasil dari simulasi untuk VSWR sebesar 1.11 untuk frekuensi 27.83 GHz dan 1.09 untuk frekuensi 39.96 GHz. Hasil ini telah sesuai dengan parameter yang diinginkan  $VSWR \leq 2$ . Dan dari data-data yang telah dipaparkan di atas, diketahui bahwa pada rentang frekuensi 24.57 – 29.02 GHz dan 36.91 – 39.16 GHz telah mampu bekerja pada nilai  $VSWR \leq 2$ .



**Gambar 9.** Grafik VSWR antenna mikrostrip MIMO 1X4

#### 4.4.3 Bandwidth

Adapun *bandwidth* yang dicapai pada nilai VSWR di atas adalah :

Untuk frekuensi 28 GHz

$$Bandwidth = \frac{29.60 - 25.31}{28} \times 100\%$$

$$Bandwidth = 4.29 \text{ GHz (15 \%)}$$

Untuk frekuensi 38 GHz

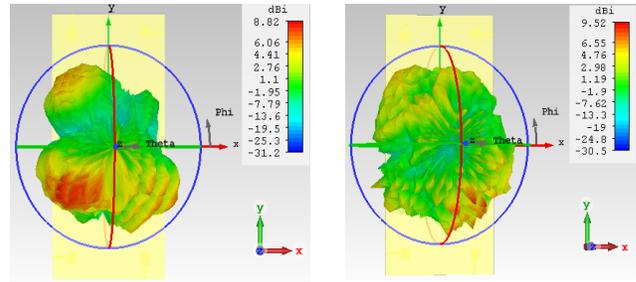
$$Bandwidth = \frac{41.32 - 33.37}{38} \times 100\%$$

$$Bandwidth = 7.95 \text{ GHz (20 \%)}$$

Dari hasil perhitungan bandwidth dapat disimpulkan bahwa *bandwidth* antenna MIMO 1x4 mencapai nilai yang sangat optimal sesuai dengan karakteristik yang ditetapkan.

#### 4.4.4 Gain

Nilai *gain* yang didapatkan dari hasil simulasi perancangan antenna mikrostrip MIMO 1x4 adalah sebesar 8.82 dBi pada frekuensi 28 GHz dan 9.52 dBi pada frekuensi 38 GHz, seperti yang terlihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hasil Simulasi *Gain* Antena MIMO 1x4

Pada antenna MIMO 1x4 terjadi peningkatan *gain* dari antenna elemen tunggal, hal ini merupakan efek dari penggunaan metode MIMO yang dapat bisa meningkatkan *gain* antenna.

## IV KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan, diantaranya sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menunjukkan hasil yang optimal sesuai dengan parameter antenna *smartphone* MIMO 1x4 yang ditargetkan yaitu dihasilkan *return loss* dan VSWR yang baik yaitu- 25.24 dB sedangkan untuk 38 GHz didapat hasil sebesar -26.84 dB. Dengan nilai *impedance bandwidth* pada  $VSWR \leq 2$  sebesar 15 % untuk frekuensi 28 GHz dan 20% untuk frekuensi 38 GHz.
2. Penggunaan teknik MIMO dengan penambahan *patch* pada antenna, dapat berpengaruh terhadap peningkatan *gain* antenna. Dan ini dibuktikan pada penelitian ini, dimana perancangan antenna MIMO 1x4 dengan pencatutan *microstrip line* memiliki *gain* 8.82 dBi pada frekuensi 28 GHz dan 9.52i dB pada frekuensi 38 GHz yang lebih baik jika dibandingkan dengan antenna mikrostrip elemen tunggal.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, C. A. (2016). *Antenna Theory Analysis And Design 4<sup>th</sup> Edition*. Microstrip and Mobile Communications Antennas. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Deriko, F. (2015), Rancang Bangun Antena Mikrostrip Array Patch Segiempat Dual-Band (2,3 GHz dan 3,3 GHz) dengan

- Pencatuan Proximity Coupled. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Elda, K., Sari, L. (2014). Analisis Kinerja Sphere Decoding Pada Sistem Multiple Input Multiple Output. Jurnal Elektro, Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.
- K. N. Reska “Inisiatif 5G Telkomsel di Momen Asian Games 2018” kompas.com available at 13/06/19
- Vikri. W, Rahayu, Y. (2017). Perancangan Antena Smartphone MIMO 8x8 Multi Layer untuk Jaringan Komunikasi Nirkabel 5G. Universitas Riau.
- Sinurat, M., Rambe, A. H. (2015). Perbandingan Kinerja Antena Mikrostrip Susun Dua Elemen *Patch* Segiempat menggunakan Teknik DGS (*Defected Ground Structure*) dan Tanpa DGS Berbentuk Segitiga Samasisi. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Yuniati, M. (2015). Design dan Realisasi Antena Mikrostrip Rektanguler 2 Array untuk Aplikasi WiFi. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom, Indonesia.
- Y. Wang, H. Wang & G. Yang. 2016. design of Dipole Beam-steering Antenna Array for 5G Handset Applications. Shanghai University, China.
- Wijanto E. (2017). Analysis Of Technology Readiness For The Implementation Of Fifth Generation (5G) Telecommunications Technology. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia.