

PERANCANGAN ANTENA DENGAN 2 SLOT C PATCH LINGKARAN PLANAR ARRAY 8 ELEMEN DENGAN DEFECTED GROUND STRUCTURE UNTUK JARINGAN KOMUNIKASI LTE 1800 MHZ

Jherino Permana Putra, Yusnita Rahayu

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: jherino.permana@student.unri.ac.id

ABSTRACT

In this paper, a microstrip antenna with eight-elements planar array by using Defected Ground Structure technique is designed for LTE application. The proposed antenna operates at 1800 MHz. The substrate FR-4 with dielectric constant of 4,3 and thickness of 1,6 mm is chosen. The antenna is simulated in CST microwave studio. From the simulation results, the return loss of -32,628 dB at 1800 MHz is obtained with 400 MHz of bandwidth. The VSWR \leq 1,0479 and gain of 13,8 dBi are also presented.

Keywords: DGS, Return loss, Bandwidth, VSWR, Gain

Pendahuluan

Beberapa tahun ini telah banyak pengkajian tentang teknologi 5G yang diperkirakan akan diluncurkan pada tahun 2020. Namun untuk Indonesia sendiri teknologi 5G diperkirakan akan lambat masuk ke Indonesia seperti halnya masuknya teknologi 4G (*Long Term Evolution*) LTE ke Indonesia. Hal ini diperkuat dengan PM KOMINFO NO 9TH 2015 tentang penataan pita frekuensi 1800 MHz (M.KOMINFO, 2015). Penelitian terkait sebelumnya juga dapat memperkuat bahwa peluncuran teknologi 5G akan lambat masuk ke Indonesia yaitu penelitian yang dilakukan oleh Andes Firmawan pada tahun 2016 dalam optimisasi jaringan LTE di Pekanbaru, dan optimisasi pada jaringan 4G LTE juga pernah dilakukan oleh M. Arif Syiaruddin dalam skripsinya pada tahun 2017. Oleh karena itu penggunaan teknologi LTE masih tetap digunakan sampai pada tahun 2020.

(*Third Generation Partnership Project*) 3GPP adalah standarisasi dalam perkembangan jaringan telekomunikasi dari 1G hingga 4G LTE. (*Long Term Evolution*) LTE mampu melakukan komunikasi data lebih cepat dan akurat dari teknologi sebelumnya, dengan kecepatan uplink hingga 50 megabit per detik (Mbps) dan kecepatan downlink hingga 100 Mbps (Haryadi, 2014). Untuk dapat meningkatkan kualitas jaringan LTE salah satunya adalah dengan menggunakan antenna.

Penggunaan antenna mikrostrip sebelumnya telah banyak digunakan pada berbagai aplikasi, seperti *Ultra Wideband* (UWB) (Rahayu, 2010),

untuk antenna TV (Mauludin, 2014), WLAN (Sarfina, 2017) dan lain sebagainya. Keunggulan menggunakan antenna mikrostrip ini karena bentuknya yang ringkas dan mudah dikonfigurasi ke berbagai aplikasi (Herudin, 2012). Berbagai teknik telah banyak digunakan untuk mendapatkan hasil yang optimal, seperti antenna (*Multiple Input Multiple Output*) MIMO, teknik antenna bersusun /*Array* untuk mendapatkan *gain* antenna yang tinggi (Liu, 2016), dan Teknik (*Defected Ground Structure*) DGS untuk meningkatkan *bandwidth* pada antenna mikrostrip (Thi Thanh, 2016).

Pada penelitian ini dirancang sebuah antenna mikrostrip *planar array* dengan *patch* berbentuk lingkaran, dengan 2 *slot C* pada *patch* antenna yang diaplikasikan untuk LTE frekuensi 1800 MHz, dengan menggunakan *software CST Microwave Studio*. Untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebar (400 MHz). Pada rancangan ini menggunakan teknik *Defected Ground structure* (DGS), dengan pencatutan *microstrip line* dan terdiri dari 8 elemen peradiasi yang disusun secara *planar* untuk mendapatkan *gain* yang tinggi \geq 13 dBi. Rancangan antenna ini juga telah diterima pada jurnal telkomnika dengan rancangan antenna elemen tunggal, dengan perolehan *bandwidth* yang lebar yaitu 175 MHz (Rahayu, 2017).

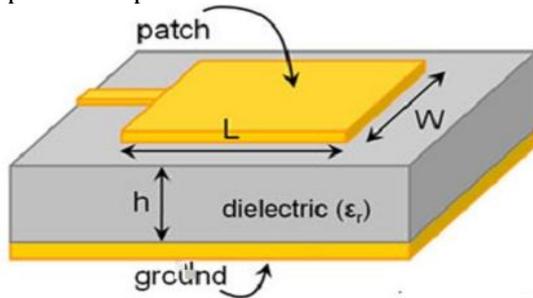
Landasan Teori

1. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antenna menarik karena memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas

seperti papan (*board*) dan biayanya yang rendah. Antena mikrostrip dapat bekerja pada frekuensi tinggi dan dapat terintegrasi dengan rangkaian elektronik (seperti IC, rangkaian aktif, dan rangkaian pasif) (Herudin, 2012).

Antena mikrostrip mempunyai 4 bagian dasar, yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat *dielectric*, saluran transmisi, dan bidang pentanahan (*ground plane*). Bagian-bagian dasar dari antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip
(Sumber : (Herudin, 2012))

2. Parameter Antena

Kinerja dan kualitas suatu antena dapat dilihat dari unjuk kerja parameter antena tersebut. Dengan mengetahui nilai parameter antena, dapat dijadikan sebagai acuan performansi antena yang dirancang, sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Ada beberapa karakteristik antena dapat ditentukan pada pengamatan medan jauh (*farfield*) yaitu : VSWR, *bandwidth*, *return loss*, *gain*, pola radiasi, *directivity*, dan impedansi masukan (Herudin, 2012).

Antena Mikrostrip Patch Lingkaran

Menentukan *radius patch* (*a*) menggunakan persamaan dari (Akbar, 2017):

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} \quad (6)$$

dimana,

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (7)$$

Keterangan

F= fungsi logaritmik elemen peradiasi

h =tinggi substrat

c = Kecepatan cahaya (3x10⁸ m/s)

f_r = Frekuensi kerja antena

ε_r = Konstanta dielektrik substrat

Teknik Pencatuan *Microstrip Line Feeding*

Pada skripsi ini digunakan metode *microstrip line feeding*. Pemilihan saluran pencatu dengan saluran mikrostrip adalah karena kemudahan dalam hal fabrikasi dan mudah dalam penentuan *matching* dari saluran mikrostrip. Untuk melakukan *matching* pada antena, hal yang perlu dilakukan cukup dengan mengubah-ubah panjang dari dimensi pencatu atau dengan memberikan mengubah-ubah posisi dari dimensi pencatu (Sarfina, 2017).

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung Panjang dan lebar saluran mikrostrip diberikan oleh persamaan 2.14 di bawah ini (Pramono, 2016):

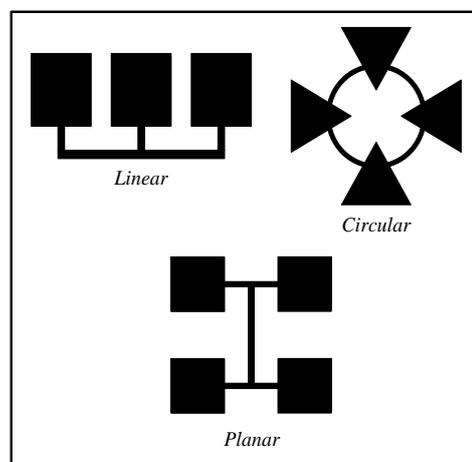
$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + \left[0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right] \right\} \quad (8)$$

Dengan ε_r adalah konstanta dielektrik relatif dan:

$$B = \frac{60\epsilon_r^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

Antena Mikrostrip Array

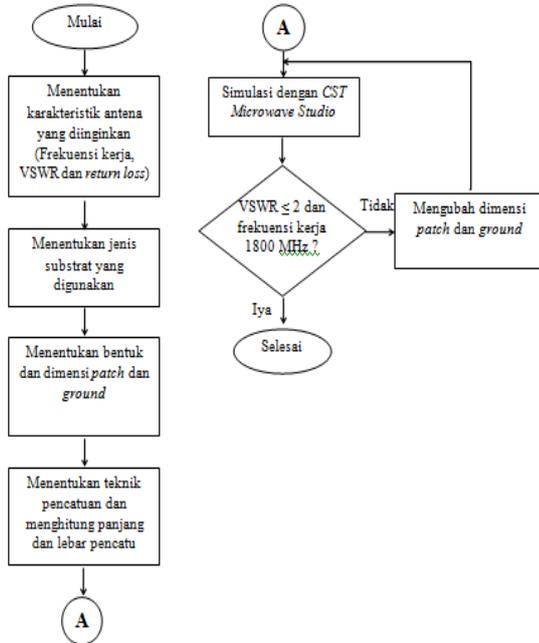
Antena mikrostrip *array* merupakan pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen antena yang membentuk suatu jaringan. Antena mikrostrip *array* dapat berbentuk seri, paralel, atau gabungan dari keduanya. Antena mikrostrip *array* memiliki *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar dari antena mikrostrip biasa (Mulyaningsih, 2014). Berbagai bentuk konfigurasi pada antena mikrostrip ditampilkan pada gambar 2, seperti bentuk *linear*, *circular* dan *planar*.



Gambar 2. Konfigurasi Antena Array
(Sumber : (Gusma, 2014))

BAHAN DAN METODE

Dalam perancangan Antena *Array* diperlukan diagram alir yang berisi tahapan-tahapan dalam perancangan antenna. Gambar 3, menunjukkan gambar dari diagram alir perancangan antenna mikrostrip secara umum.



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan Antena Mikrostrip Secara Umum

Menentukan Karakteristik Antena

Adapun tahapan awal dari perancangan antenna adalah menentukan karakteristik antenna yang diharapkan, sehingga mudah dalam proses karakterisasi antenna yang dirancang. karakteristik antenna berupa frekuensi kerja antenna, *impedance bandwidth*, *return loss*, *VSWR*, dan *gain*. Adapun parameter antenna 4G yang diinginkan seperti yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter antenna yang diinginkan

| Parameter | Karakterisasi Antena |
|--------------------|----------------------|
| Frekuensi Kerja | 1800 mHz |
| <i>Return Loss</i> | < -10 dB |
| <i>Bandwidth</i> | > 200 MHz |
| VSWR | ≤ 2 |
| <i>Gain</i> | ≥ 13 dBi |

Menentukan Jenis Substrat yang digunakan

Adapun jenis substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah FR-4 yang memiliki ketebalan sebesar 1,6 mm dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi substrat yang digunakan

| Jenis Substrat | FR-4 |
|--|--------|
| Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r) | 4,3 |
| <i>Dielectric Loss Tangent</i> ($\tan \delta$) | 0,021 |
| Ketebalan Substrat (h) | 1,6 mm |

Perancangan Dimensi Patch Lingkaran

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah antenna mikrostrip dengan frekuensi kerja 1800 MHz. Pada perancangan awal dari dimensi antenna digunakan rumus yang telah dijelaskan didalam bab sebelumnya, yaitu menggunakan persamaan (6). Perhitungan *radius patch* lingkaran.

Menentukan *radius patch* (a) menggunakan persamaan (Akbar, 2017) :

$$a = \left\{ \frac{2,328}{\sqrt{1 + \frac{2(1,6)}{\pi(4,4)(2,328)} \left[\ln \left(\frac{\pi(2,328)}{2(1,6)} \right) + 1,7726 \right]}} \right\}$$

$$= 18,52 \text{ mm} \quad (10)$$

Perhitungan frekuensi logaritmik (F) :

$$F = \frac{8,789 \times 10^9}{1,8 \times 10^9 \sqrt{4,4}} = 2,328 \quad (11)$$

Dari perhitungan tersebut yang berdasarkan spesifikasi substrat yang akan digunakan, diperoleh *radius patch* 18,52 mm.

Perancangan Saluran Pencatu 50 Ω

Pada saat perancangan antenna mikrostrip elemen tunggal pada *CST Microwave Studio* perlu adanya impedansi masukan (Z_{in}) sebesar 50 Ω dimana pencatu akan dihubungkan dengan konektor *impedance* 50 Ω tersebut. Nilai tersebut bisa didapatkan dengan mengatur lebar dari saluran pencatu. Untuk mendapatkan lebar dari saluran pencatu yang dengan impedansi 50 Ω dapat dicari dengan menggunakan persamaan (8) hingga (9).

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{50 \times \sqrt{4,4}} = 5,64 \quad (12)$$

$$w = \frac{2(1,6)}{3,14} \times \left(\frac{5,64 - 1 - \ln((2 \times 5,64) - 1) + \frac{4,4 - 1}{2(4,4)}}{\left[\ln(5,64 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right]} \right)$$

$$= 3,06 \text{ mm} \quad (13)$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai lebar saluran pencatu 50Ω sebesar 3,06 mm. Sedangkan untuk panjang saluran pencatu (l_f) diharapkan diperoleh nilai yang optimal melalui iterasi. Untuk perancangan awal digunakan panjang pencatu sebesar 19 mm.

Pengaturan Jarak Antar Elemen

Jarak antar elemen antenna dirancang dalam penelitian ini sekitar setengah dari panjang gelombang ($d=\lambda/2$).

$$d = \frac{c}{2f} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 1,8 \times 10^9} = 83 \text{ mm} \quad (14)$$

Dari hasil persamaan diatas, didapatkan jarak antar elemen sebesar 83 mm. Setelah diketahui jarak awal antar elemen maka akan memudahkan dalam mengatur peletakan posisi setiap elemen antenna yang akan dirancang, dan juga dapat mengurangi efek *mutual coupling* pada antenna yang dirancang.

Perancangan T-Junction

Pada perancangan antenna mikrostrip array 8 elemen ini menggunakan bentuk *t-junction*. Dimana pada perancangan ini menggunakan 4 buah saluran pencatu mikrostrip yaitu 50Ω dan 100Ω yang berfungsi sebagai *power divider*.

Lebar saluran pencatu mikrostrip 100Ω dapat dicari dengan menggunakan persamaan (8) hingga (9), yaitu sebagai berikut.

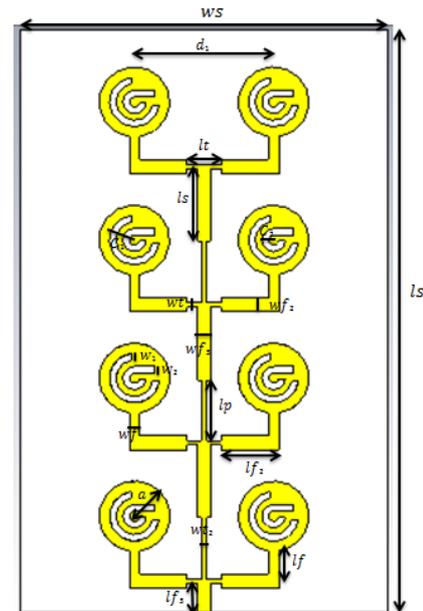
$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{100 \times \sqrt{4,4}} = 3,98 \quad (15)$$

$$w = \frac{2(1,6)}{3,14} \times \left(\frac{5,64 - 1 - \ln((2 \times 3,98) - 1 + \frac{4,4-1}{2(4,4)})}{\left[\ln(3,98 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4} \right]} \right) = 1,6 \text{ mm} \quad (16)$$

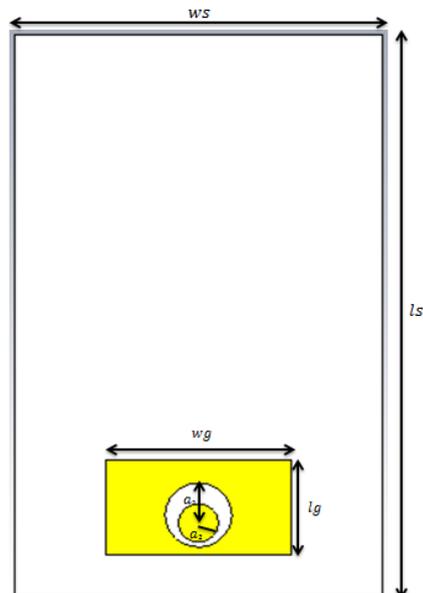
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan Antena Planar Array 8 Elemen Teknik DGS dengan Pencatuan Microstrip Line

Setelah dilakukan pengukuran pada antenna didapatkan bentuk rancangan antenna yang sesuai dengan yang karakteristik antenna yang diinginkan. Geometri rancangan akhir antenna dapat dilihat pada gambar 4 Berikut.



(a) Tampilan depan



(b) Tampilan belakang

Gambar 4. Geometri Antena Array 8 Elemen Peradiasi

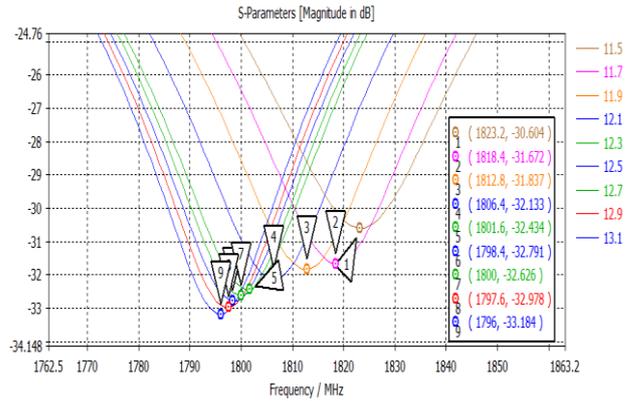
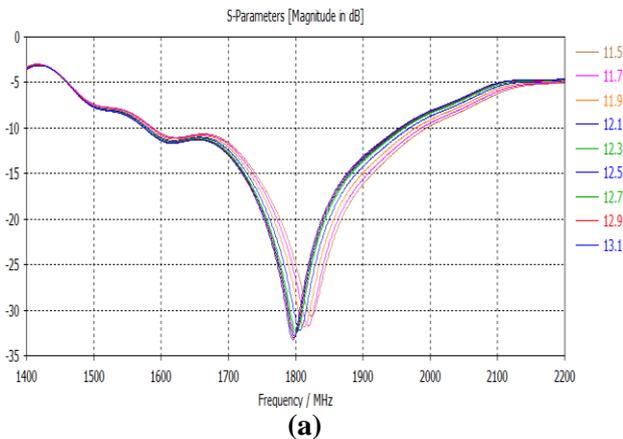
Pada tabel 3 dibawah ini merupakan beberapa karakteristik dari antenna mikrostrip yang dirancang, kemudian setelah didapatkan nilai-nilai dari beberapa pencatuan *T-junction* 50Ω dan 100Ω . Dengan mengetahui beberapa karakteristik dari antenna yang dirancang, maka dapat membantu mempermudah memperoleh rancangan yang optimal. Pada gambar 5-7 merupakan hasil dari simulasi pada antenna *planar array* 8 elemen. Parameter yang diamati yaitu *return loss*, *VSWR*, *gain* dan pola radiasi.

Tabel 3 Parameter Antena 8 Elemen

| Parameter | Ukuran (mm) |
|---------------------------------------|-------------|
| Panjang Substrat (ls) | 350,08 |
| Lebar Substrat (ws) | 219,68 |
| Jari-Jari patch (a) | 21,12 |
| Lebar Slot C1 (w1) | 4,4 |
| Lebar Slot C2 (w2) | 4,0 |
| Radius C1 | 15 |
| Radius C1 | 7 |
| Jarak Antar Elemen (d1) | 83 |
| Panjang Pencatu (lf) | 19 |
| Lebar Pencatu 50 Ω (wf1= wf3) | 3,06 |
| Panjang Pencatu 50 Ω (lf= lf3) | 19 |
| Lebar Pencatu horizontal 50 Ω (wf2) | 4,06 |
| Panjang pencatu Horizontal 50 Ω (lf2) | 34,2 |
| Lebar Pencatu 100 Ω (wt= wt2) | 1 |
| Panjang Pencatu 100 Ω (lt) | 12,7 |
| Panjang Ground Plane (lg) | 81,78 |
| Lebar Lebar Ground Plane (wg) | 87,34 |
| a1 | 20 |
| a2 | 12 |
| Panjang Pencatu 50 Ω (ls) | 38,1 |
| Panjang Pencatu 50 Ω (lp) | 45 |

Karakterisasi Antena 8 Elemen

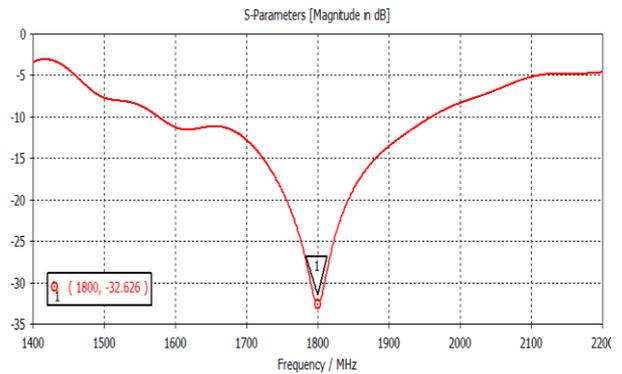
Hasil simulasi karakterisasi antena 8 elemen ditunjukkan pada gambar 5, berikut.



Gambar 5. Return Loss Karakterisasi Panjang Pencatu 100 Ω Antena 8 Elemen (*Microstrip Line*)

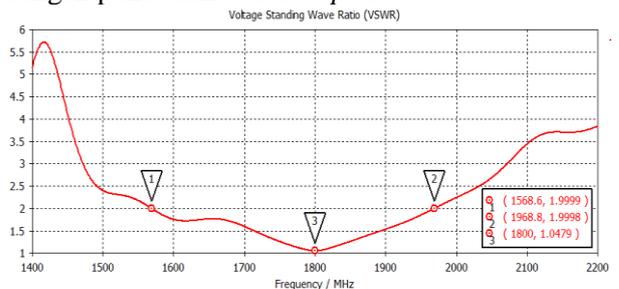
Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada gambar 5, didapatkan hasil terbaik pada nilai simulasi panjang saluran pencatu 12,7 mm dengan frekuensi kerja 1800 MHz dan nilai *return loss* - 32,626 dB.

Hasil Simulasi Antena 8 Elemen



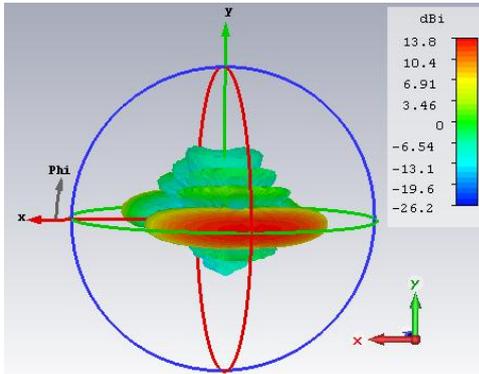
Gambar 6. Hasil Simulasi Return Loss Antena 8 Elemen (*Microstrip Line*)

Gambar 6, menampilkan grafik hasil simulasi *return loss* rancangan akhir antena 8 elemen, berdasarkan grafik diperoleh nilai *return loss* pada frekuensi 1800 MHz adalah -32,626 dB. Sedangkan pada gambar 7. menampilkan grafik frekuensi (sumbu *x*) versus VSWR (sumbu *y*) untuk antena 8 elemen menggunakan teknik DGS dengan pencatuan *microstrip line*.



Gambar 7. Hasil Simulasi VSWR 8 Elemen Pencatuan *Microstrip Line*

Dari gambar 7, dapat dilihat bahwa nilai VSWR yang diperoleh pada frekuensi 1800 MHz adalah 1,0479. Berdasarkan teori nilai VSWR yang baik adalah ≤ 1.9 , pada grafik VSWR diatas, antenna 8 elemen dapat bekerja dengan baik pada $VSWR \leq 1.9$ dengan rentang frekuensi 1568,6-1968,8 MHz atau dapat dikatakan perolehan *bandwidth* pada antenna 8 elemen adalah 400 MHz dengan nilai *return loss* ≤ -10 dB.



Gambar 8. Hasil Simulasi *Gain* Antena 8 Elemen (*Microstrip Line*)

Berdasarkan hasil simulasi *gain* yang ditunjukkan pada gambar 8, antenna 8 elemen mendapatkan *gain* yang tinggi yaitu 13,8 dBi. Rancangan antenna 8 elemen sudah mendapatkan hasil yang optimal, dan *gain* yang dihasilkan pada antenna 8 elemen sudah sesuai dengan parameter antenna 4G LTE.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan proses simulasi antenna diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Antena mikrostrip *patch* lingkaran dengan 2 slot C *planar array* 8 elemen menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*) dengan pencatuan *microstrip line* mampu bekerja pada frekuensi 1800 MHz dengan *return loss* sebesar -32,626 dB.
2. Antena mikrostrip *patch* lingkaran dengan 2 slot C *planar array* 8 elemen menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*) dengan pencatuan *microstrip line* dapat bekerja dengan baik pada $VSWR \leq 1.9$ dengan rentang frekuensi 1568,6-1968,8 MHz. Dengan demikian, antenna memiliki *bandwidth* 400 MHz.
3. *Gain* antenna mikrostrip *patch* lingkaran dengan 2 slot C *planar array* 8 elemen menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*) dengan pencatuan

microstrip line yang didapat berdasarkan hasil simulasi adalah 13.8 dBi. *Gain* ini sudah sesuai dengan spesifikasi *gain* BTS 4G ≥ 13 dBi.

4. Penggunaan teknik DGS berfungsi untuk meningkatkan *bandwidth* dari antenna yang dirancang dan dapat menekan efek mutual coupling yang timbul pada antenna mikrostrip *array*.

Pada penelitian ini menunjukkan hasil yang optimal sesuai dengan parameter antenna yang digunakan pada jaringan 4G LTE yang ditargetkan, baik pada nilai *Return loss*, VSWR, *Bandwidth* dan *Gain*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Arfan & Alam, Syah & Surjati, Indra. 2017. Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 GHz) Array dengan Teknik Pencatuan Proximity Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi.
- Andes Firmawan. 2016. Perencanaan Jaringan LTE FDD 1800 MHz di Kota Pekanbaru. Skripsi Sarjana, Teknik Elektro, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Ayuningtyas, B., & Muliyaningsih, T. 2014. Perbandingan Analisa dan Simulasi Antena Mikrostrip Patch Segitiga dengan Antena Mikrostrip Array Pada Aplikasi GPS. Prosiding KOMMIT.
- Gusma, R. A. 2014. Simulasi Antena Mikrostrip Patch Persegi Panjang Planar Array 6 Elemen dengan Pencatuan Aperture Coupled untuk Aplikasi CPE WiMax Pada Frekuensi 3,3-3,4 GHz. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Haryadi, T. 2014. Perancangan Antena Waveguide 6 Slot Pada Frekuensi 2,3 Ghz Untuk Aplikasi Lte-Tdd. Electrans.
- Herudin. 2012. Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution). Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Indonesia.
- Liu, J. 2016. Compact Dual-Broadband Antenna and Its Array for 2G/3G/LTE Application. In Computer, Consumer and Control (IS3C). International Symposium on, pp. 224-226.
- Mauludin, M. S., & Kurniawan, A. 2014. Rancangan Antena Televisi Mikrostrip Menggunakan Fiberglass Epoxy. Prosiding Snst, Fakultas Teknik.

- Peraturan Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2015. Penataan Pita Frekuensi Radio 1800 Mhz Untuk Keperluan Penyelenggaraan Jaringan Bergerak Seluler. 2015
- Pramono, S. 2016. Rancang Bangun Antena Microstrip Array 2x2 Frekuensi 2300 MHz. JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan).
- Rahayu, Y., Ngah, R., & Rahman, T. A. 2010. Various slotted UWB antenna design. In Wireless and Mobile Communications (ICWMC), 6th International Conference on, IEEE. (pp. 107-110).
- Rahayu, Y., & Putra, J. P. 2017. Design of Circular Patch with Double C-Shaped Slot Microstrip Antenna for LTE 1800 MHz. Telkomnika, 15.3.
- Sarfina, E. A., Syahrial, S., & Irhamsyah, M. 2017. Analisis Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segitiga Array untuk Aplikasi WLAN 2, 4 GHz. Karya Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro.
- Syiaruddin, M. A. 2017. Optimasi Perencanaan Jaringan LTE FDD 1800 MHz di Kota Pekanbaru. Skripsi Sarjana, Teknik Elektro, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Tu, D. T. T., Van Hoc, N., Quan, H., & Van Yem, V. 2016. Compact MIMO antenna with low mutual coupling using defected ground structure. In Communications and Electronics (ICCE), International Conference on. IEE, 2016.