

## PERANCANGAN ANTENA DENGAN CIRCULAR LINE PATCH DAN THICK LINE UNTUK LTE FREKUENSI 1.8 GHZ

Yusnita Rahayu, Kurnia Alfikri, Rhendy Theopilus Silalahi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Jl. HR Subantas KM 12.5, Simpang Baru, Tampan, Kota Pekanbaru, Riau 28293  
Email: yusnita.rahayu@lecturer.unri.ac.id kurnia.alfikri@student.unri.ac.id  
rhendy.theopilus@student.unri.ac.id

**Abstrak** -- Antena Circular line patch memiliki bentuk patch circular dan antena Thick line memiliki patch rectangular. Kedua antena ini mampu bekerja secara optimal pada frekuensi 1.8 GHz. Software CST digunakan dalam perancangan dua antena ini dan dilakukan beberapa kali pengkarakterisasian. Untuk antenna circular line patch, didapat hasilnya yaitu pada frekuensi kerja 1.8 GHz dengan return loss -24.36 dB, bandwidth 160 MHz, dan gain  $\geq 2.457$  dBi. Antena thick line patch dan circular slot, didapat hasilnya yaitu pada frekuensi 1.8 GHz dengan return loss -26.493 dB, bandwidth 213 MHz, dan gain  $\geq 2.26$  dBi.

**Kata Kunci:** Circular line; Microstrip Antenna; Thick line; Return loss

**Abstract** -- Circular line patch antenna has a circular shape and thick line antenna has a rectangular patch. Both of antennas able to work optimally at frequency 1.8 GHz. CST software are used in this design and performed several time characterization. For circular line patch antenna work at frequency 1.8 GHz with a return loss -24.36 dB, bandwidth 160 MHz and  $\geq 2.457$  dBi gain. Thick line antenna work at frequency 1.8 GHz with a return loss -24.493 dBi, bandwidth 213 MHz, and  $\geq 2.26$  dBi gain

**Keyword:** Circular line; Microstrip Antenna; Bandwidth; Thick line; Return loss

### PENDAHULUAN

Informasi dan komunikasi yang terus berkembang pesat dari waktu ke waktu merupakan kebutuhan masyarakat Indonesia. Sehingga teknologi dan peralatan telekomunikasi dituntut untuk berkembang dengan cepat oleh pihak penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler, agar kebutuhan konsumennya terpenuhi. Teknologi terus tumbuh, dimulai dari generasi pertama, yakni era AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), generasi kedua yaitu GSM (*Global System for Mobile Communication*), generasi ketiga yaitu CDMA (*Code Division Multi Access*) dan generasi keempat yaitu LTE (*Long Term Evolution*).

Frekuensi LTE (*Long Term Evolution*) yang dipakai adalah 700 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 2600 MHz. Teknologi terbaru seperti LTE tentu harus menggunakan perangkat yang baru. Selain kecepatan yang berbeda, frekuensi yang dipakai juga tentunya harus disesuaikan.

Beberapa penelitian serupa telah dilakukan. Pandit *et. al.* (2015) telah meneliti antenna yang memiliki nilai yang lebih baik dari referensi yang diambil, sekitar perbaikan -30.35dB dan -29,9 dB. Selain itu, Khattak *et. al.* (2010) mengupayakan antenna mikrostrip patch

lingkaran elemen tunggal yang dirancang mampu bekerja pada range frekuensi 1.8 GHz. Penelitian lain, menghasilkan antenna dualband, yakni dengan bandwidth pertama 728MHz - 978MHz dan yang kedua 1.63GHz to 2.95GHz dengan gain 12 dBi (Liu, 2016). Penelitian lain juga telah menghasilkan UWB (*Ultra Wide Band*) dengan frekuensi 5 GHz, 6.5 GHz dan 9 GHz dengan gain diatas -11 dBi (Kumar, 2015).

Sementara itu, Amirullah (2008) meneliti antenna dengan DGS, dimana antenna ini memiliki *return loss optimum* dari pengukuran sebesar -40.081 dB. Gain sebesar 19.314 dengan frekuensi 2.6 GHz. Sedangkan, Hendra (2015) memiliki hasil penelitian berupa antenna mikrostrip patch lingkaran elemen tunggal yang dirancang mampu bekerja pada range frekuensi 2,252-2,415 GHz dengan *impedance bandwidth* pada  $VSWR \leq 1,9$  sebesar 163 MHz (6,9 %). Dan pada  $VSWR \leq 1,5$ , antenna ini mampu bekerja pada range frekuensi 2,280-2,383 GHz dan memiliki *impedance bandwidth* sebesar 135 MHz (5,7 %). Sebuah penelitian tentang LTE juga menyimpulkan perancangan antenna mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 2,6 Ghz untuk aplikasi LTE. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai return loss antenna sebesar -22.16 dB dan nilai  $VSWR$  nya sebesar 1,169 dB. Sedangkan pola radiasi antenna bersifat *omni*

*directional* dan antenna mendekati matching terlihat dari simulasi impedansi masukan yang mendekati 50 Ohm (Herudin, 2012). Penelitian tentang antenna mikrostrip *Rectangular* dengan DGS dihasilkan daerah kerjanya pada frekuensi 3300 – 3400 dengan *VSWR* minimum 1,143, dengan bentuk yang kompak dan dapat diimplementasikan untuk aplikasi receiver. Bandwidth Dengan DGS adalah 90 MHz, Sedangkan Tanpa DGS adalah 50 MHz (Ahmad Yusyandi, 2011).

Sebuah penelitian lain telah menghasilkan perancangan antenna mikrostrip patch segiempat *array* 8 elemen dengan pembentukan pola radiasi diperoleh antenna yang bekerja pada frekuensi kerja dan bandwidth yang cukup, yakni frekuensi yang diperoleh adalah 3.29 GHz - 3.47GHz dengan gain sebesar 9,085dBi (Wardana dan Rahmadyanto, 2009).

Sudipta *et. al.* (2015) mencoba mengoptimalkan ground yang bekerja pada frekuensi 3.3 GHz dengan *return loss* sebesar 12.39 dB. Optimalisasi *patch* juga dilakukan dengan bekerja pada frekuensi 2.6 GHz, *gain* 2.12 dBi dan *bandwidth* 1100 MHz (Lamia dan Tlili, 2013). Serta Lin *et. al.* (2015) meneliti antenna dengan frekuensi 1.82GHz, *return loss* -10dB, *bandwidth* 0.646 GHz.

Tulisan ini menawarkan perancangan antenna menggunakan *software* simulator CST. Perancangan antenna ini menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan *patch* yang lainnya. Antena mikrostrip *circular patch* dan *rectangular patch* modifikasi untuk menghasilkan jarak *return loss*, *gain*, pola radiasi dan frekuensi kerja yang baik.

Pada perancangan kedua antenna mikrostrip ini dapat diaplikasikan untuk LTE yang bekerja pada frekuensi 1.8 GHz dengan menggunakan *software* CST. Proses ini mendapatkan *bandwidth* yang lebar (200 MHz), rancangan ini menggunakan *microstrip upright* yang terdiri dari slot yang berbentuk *robot head* untuk memperoleh pola radiasi dan *gain* ≥ 2.26 dBi.

**PERANCANGAN ANTENA DAN KONFIGURASI**

Beberapa perhitungan dilakukan untuk mendapatkan perancangan antenna dan konfigurasi yang optimal. Perhitungan difokuskan pada kalkulasi antenna mikrostrip *rectangular patch*. Beberapa proses perancangan yang dilakukan dibahas pada bagian berikut ini.

**Perhitungan Lebar Patch (W)**

Perhitungan Lebar *patch* dihitung dengan menggunakan Persamaan (1), yaitu:

$$Wp = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \tag{1}$$

Keterangan

*c* = Kecepatan cahaya (3x10<sup>8</sup> m/s)

*f<sub>r</sub>* = Frekuensi kerja antenna

*ε<sub>r</sub>* = Konstanta dielektrik 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 pada Persamaan (2), yaitu:

$$\Delta L = 0.412 \frac{\left(\frac{W}{h} + 0.264\right) (\epsilon_{reff} + 0.3)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \tag{2}$$

dimana *h* merupakan tinggi substrat dan  $\epsilon_{reff}$  adalah konstanta dielektrik efektif yang dirumuskan dengan Persamaan (3), sebagai:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W}\right]^{-\frac{1}{2}} \tag{3}$$

dimana dengan menghitung *length* dirumuskan pada Persamaan (4), sebagai:

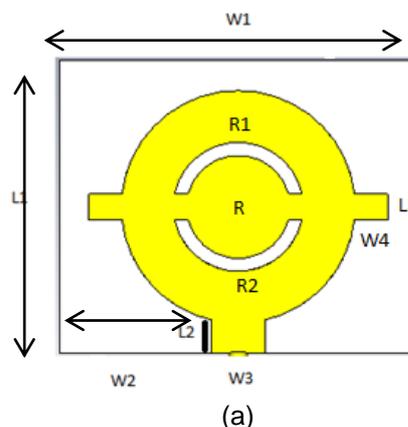
$$L_{eff} = \frac{c}{2f_c \sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{4}$$

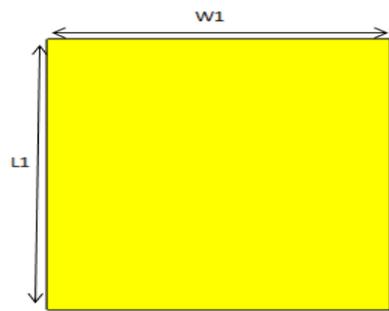
dimana dengan panjang *patch* (*l*) diberikan oleh Persamaan (5), yaitu:

$$L = L_{reff} - 2\Delta L \tag{5}$$

**Perhitungan Dimensi Patch**

Dimensi dari *patch* yang berbentuk slot garis dan lingkaran ditunjukkan pada Gambar 1.

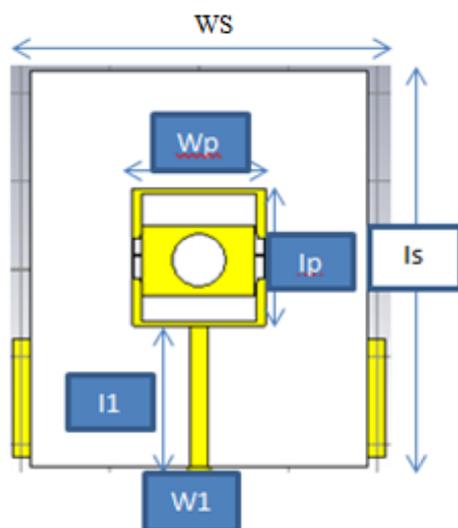




(b)

Gambar 1. Bentuk *Patch Circular Line*  
(a) Tampak depan (b) Tampak belakang

Kemudian, didesain ulang bentuk antenna sesuai dengan nilai frekuensi yang diinginkan yakni 1.8 GHz dengan menggabungkan *patch* persegi. Desain terdiri dari *patch* persegi pada substrat FR4 dengan ground parsial seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk *Patch Thick Line*

### Menentukan Spesifikasi

Penentuan spesifikasi antenna bertujuan agar antenna yang disimulasikan memiliki sebuah hasil yang diinginkan. Antenna yang didesain merupakan antenna *mikrostrip circular patch* dan *rectangular patch*

### Perancangan Antena

Perhitungan nilai dimensi antenna yang diperlukan untuk proses desain antenna. Ukuran dimensi antenna sangat mempengaruhi karakteristik antenna yang akan direalisasikan. Nilai frekuensi kerja yang digunakan menentukan fisik dari dimensi antenna, semakin tinggi frekuensi maka dimensi antenna akan semakin kecil. Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 1.8 GHz dengan *bandwidth* > 160 MHz

(frekuensi untuk 4G). Untuk itu perhitungan dimensi pada antenna terlebih dahulu ditetapkan sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Antena Hasil Optimasi

Spesifikasi	Antena 1	Antena 2
Bahan substrat	FR4 (lossy)	FR4 (lossy)
Lebar substrat	22.6 mm	38 mm
Panjang substrat	27.5 mm	45 mm
Tebal substrat	1.6 mm	1,5 mm
Ground	14.75 x 14.75 mm	42 x 29.5 mm

### Menentukan Jenis Substrat yang Digunakan

Perancangan ini menggunakan substrat jenis FR4 (*lossy*) dengan ketebalan 1.6 mm untuk antenna *Circular Patch* dan 1.5 mm untuk antenna *Thick Line* dengan spesifikasi pada table 2.

### Menentukan Jenis Patch yang Digunakan

Perancangan ini menggunakan patch *Cooper (pure)* dengan ketebalan 0,025 mm. Spesifikasi *patch* yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 2

Tabel 2. Spesifikasi Patch

Spesifikasi	Antena 1	Antena 2
Bahan Patch	<i>Cooper (pure)</i>	<i>Cooper (pure)</i>
Lebar Patch	15 mm	15 mm
Panjang Patch	15,6 mm	15.6 mm
Tebal Patch	0.025 mm	0.025 mm

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Antena dengan dimensi sebelum dioptimasi, setelah disimulasikan tidak bekerja pada rentang frekuensi yang telah ditentukan. Nilai-nilai parameter yang diamati juga belum mencapai spesifikasi yang diharapkan. Perubahan dimensi antenna akan mempengaruhi nilai parameter yang diamati.

Pada penelitian ini parameter yang digunakan adalah karakterisasi dari dimensi ground untuk antenna *Circular Line Patch* dan ukuran pencatu, ukuran *patch* untuk antenna *Thick Line* dalam rangka untuk mengetahui nilai *return loss*, *bandwidth* serta *gain*.

### Return Loss dan Bandwith

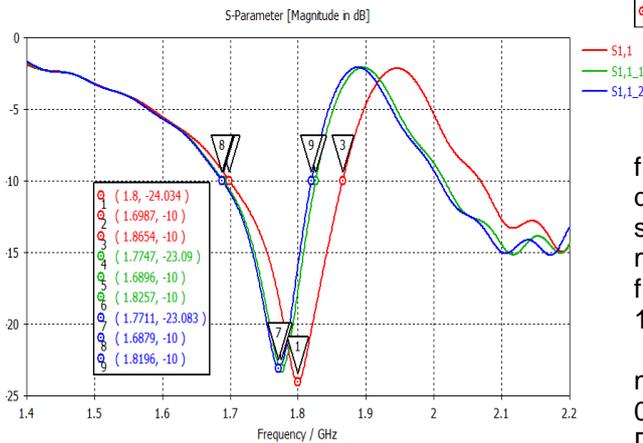
Pada antenna *Circular Line Patch* *bandwith* dapat dihitung apabila frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dari suatu antenna sudah diketahui dan *return loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* dapat terjadi akibat

adanya diskontinuitas antara saluran transmisi dengan impedansi dari beban antenna.

Ground untuk antenna *Circular Line Patch* pada Gambar 1 dan panjang pencatu serta X8 untuk antenna *Thick Line* pada Gambar 3 digunakan sebagai parameter. Hal ini dilakukan untuk mendapat frekuensi yang optimal. Tabel 3 memperlihatkan hasil perbandingan simulasi S-parameter pada antenna *circular patch*.

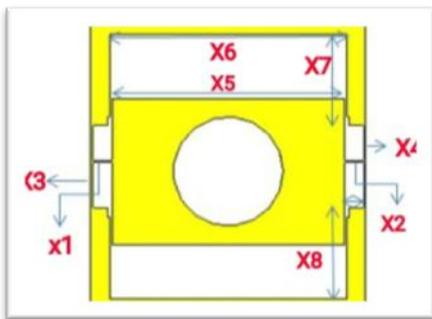
Tabel 3. *Return Loss* dan *Bandwidth* Karakteristik ground pada Antena Mikrostrip dengan *Patch Circular Patch*

Dimensi W1 (mm)	Return loss (dB)	BW (MHz)	Frek (Hz)
13.25	-23.08	132	1.7711
13	-23.09	136	1.7747
14.75	-24.36	166	1.8



Gambar 3. *Return Loss* setelah Optimisasi

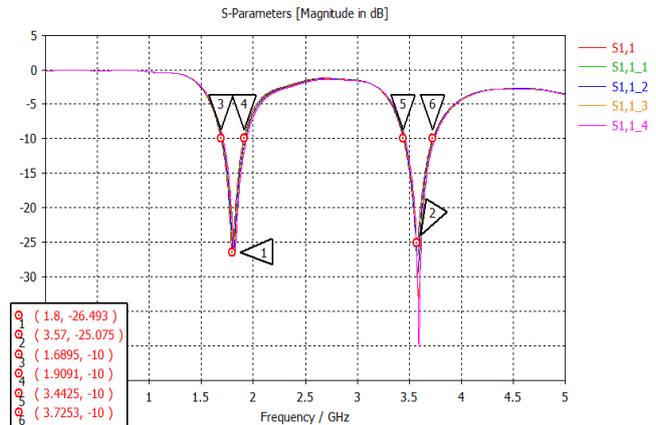
Gambar 3 adalah hasil simulasi antenna mikrostrip dan Tabel 3 menunjukkan nilai *return loss* -24.36 dB dan *bandwidth*-nya 160 MHz dengan karakteristik *ground* 14.75 x 14.75 yang terbaik dari parameter ini.



Gambar 4. Simulasi *patch* X8

Setelah proses optimasi dilakukan pada dimensi antenna maka didapatkan hasil berupa nilai nilai parameter yang berbeda dari hasil simulasi menggunakan nilai dimensi dari hasil

perhitungan. Adapaun parameter yang digunakan adalah menghitung nilai *patch* X8. Hasil pengoptimalisasian X8 diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Simulasi S-Parameter dengan mengubah nilai X8

Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa frekuensi tengah, yaitu pada frekuensi 1.8 GHz dengan panjang *patch* X8, memiliki *return loss* sebesar -26,493 dB dan *bandwidth* 213 MHz, maka panjang *patch* X8 yang sesuai dengan frekuensi tengah yang kita inginkan adalah 15 x 15.6 mm dan panjang X8 4.23 mm

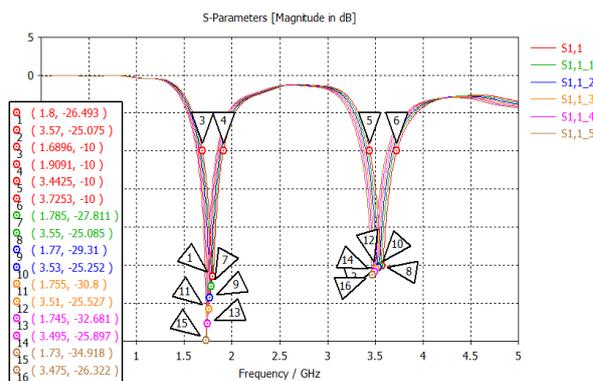
Variasi panjang *patch* yang dibuat adalah nilai dari panjang *patch* X8 dengan turun sebesar 0.2 mm dan parameter yang tetap adalah Dimensi *patch*.

Berdasarkan data hasil simulasi, diketahui bahwa nilai *return loss* terbaik diperoleh pada panjang *patch* 15.6 x 15 mm dan memiliki frekuensi tengah di 1.8 GHz dengan *return loss* sebesar -26,493 dB.

**Karakteristik Dimensi Panjang Pencatu Ip**

Berdasarkan data hasil simulasi, diketahui bahwa nilai *return loss* terbaik diperoleh pada panjang *patch* 15.6 x 15 mm dan memiliki frekuensi tengah di 1.8 GHz dengan *return loss* sebesar -26,493 dB. Namun, dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa karakterisasi pada panjang *patch* ada pengoptimalisasi perubahan maka simulasi kali ini sudah mencapai syarat-syarat seperti *return loss* -10 dB telah terpenuhi.

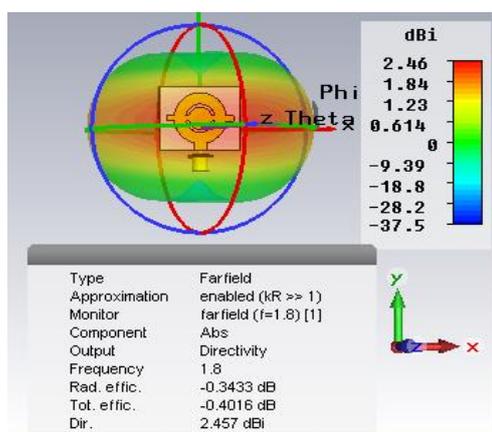
Pada Gambar 6 terlihat bahwa pada nilai *return loss* dibawah -10 dB *impedansi bandwidth* antenna berada pada rentang 1.6899 GHz sampai 1.9095 GHz dengan frekuensi puncak 1.8 GHz dengan *return loss* -26.493dB.



Gambar 6. Simulasi S-Parameter dengan mengubah nilai Panjang pencatu

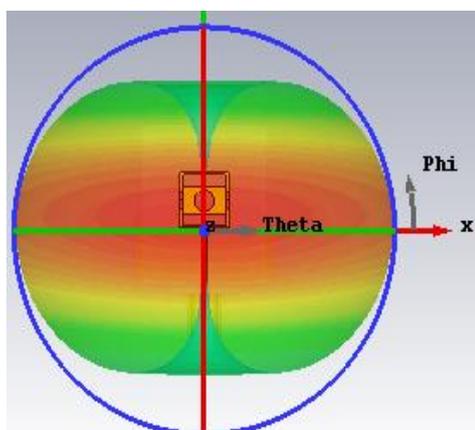
### Gain dan Pola Radiasi

Hasil simulasi *gain* dan pola radiasi diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Gain dan Pola Radiasi antenna Circular Patch

Nilai *Gain* dan Pola Radiasi pada Gambar 8, memiliki nilai hasil simulasi dari pola radiasi 3D adalah 2.23 dBi. Sedangkan pola radiasinya adalah bersifat *omnidirectional*.



Gambar 8. Gain dan Pola Radiasi antenna thick line

Untuk pola radiasi terlihat bahwa antenna memiliki pola *omni directional* dengan nilai *gain* 2,26. dBi terbukti bahwa syarat nilai *gain* > 2 dBi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan proses simulasi antenna diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Nilai *Bandwith* untuk antenna *circular patch* didapat pada rentan frekuensi 1.8 Ghz yaitu 160 Mhz. *Returnloss* yang didapat bernilai -24.36 dB. Sedangkan hasil dari *VSWR* yang didapat  $\leq 1.1345$  dan *Gain* yang diperoleh bernilai 2.23dBi. Secara umum dapat dikatakan bahwa pola radiasi bersifat *omnidirectional*.

Sedangkan untuk antenna *thick line*, dirancang antenna mikrostrip *patch* 1.6899 GHz sampai 1.9095 GHz dengan frekuensi kerja 1.8 GHz dengan lebar *bandwidth* 213 MHz. Nilai *return loss* dari hasil simulasi untuk nilai pencatu  $W_p$  dan  $l_p$  yang diubah adalah panjang  $l_p$  15.6 mm dengan kenaikan 0.5 yaitu pencatu  $l_p$  18.1 mm sebesar -25.876 dB, untuk pencatu  $l_p$  17.6 mm sebesar -26.430 dB, untuk pencatu  $l_p$  17.1 mm sebesar -26.483dB, untuk pencatu  $l_p$  16.6 mm sebesar -26.486dB, untuk pencatu  $l_p$  16.1mm sebesar -26.489 dB dan untuk pencatu  $l_p$  15.6 mm sebesar -26.493 dB. Pada antenna ini memiliki *gain* sebesar 2,26 dB Nilai *gain* antenna dari hasil simulasi adalah 2.26 dBi. Perubahan dimensi antenna juga mempengaruhi nilai *return loss*, *gain* dan besarnya *bandwidth* yang diperoleh. Semakin kecil dimensi antenna maka semakin tinggi nilai frekuensi yang didapatkan, sebaliknya semakin besar dimensi antenanya maka semakin rendah frekuensi yang didapatkan.

### REFERENSI

- Amirullah, Lestari. Rancangan Bangun Antena Mikrostrip Dengan Menggunakan Teknik Defected Ground Structure (DGS) Bentuk Dumbbell Square-Head Pada Patch Segitiga array Linier. *Skripsi Sarjana*. Teknik Elektro, Universitas Indonesia. 2008.
- Hendra, Rio. Analisis Antena Mikrostrip Array Bentuk Lingkaran Dan Persegi Panjang Menggunakan Simulasi Untuk Aplikasi Lte Frekuensi 2.3 GHz. *Skripsi Sarjana*. Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia. 2015.
- Herudin. Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution). *Skripsi Sarjana*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Indonesia. 2012.
- Khattak, M. I., R. M. Edwards, O. A. Ojerinde, C. J. Panagamuwa and M. Gul. A study of perturbations in linear and circular polarized

- antennas in close proximity to the human body and dielectric liquid filled rectangular and a cylindrical phantom at 1.8 GHz. *2010 Loughborough Antennas & Propagation Conference*. Loughborough. 2010: 409-412. <http://dx.doi.org/10.1109/LAPC.2010.5666295>
- Kumar, Nishant. Design And Analysis Of Frequency Reconfigurable Microstrip Antennas. *Tesis Master*. Department of Electronics and Communication Engineering, National Institute of Technology Rourkela. 2015.
- Lamia Tchoketch-Kebir, Boutheina Tlili. Microstrip Monopole Antenna with Enhanced Bandwidth for LTE Applications. *Tesis Master*. Electrical Engineering Department Rochester Institute of Technology Dubai, United Arab Emirates. 2013.
- Lin, Bin., Xian Chen, Hongjian Lin, Jiawei Zheng, Zijian Chen dan Zijian Lin. Design of the New Wideband Circular Dipole Antenna. *Proceeding of 3<sup>rd</sup> International Conference on Mechanical Engineering and Intelligent System (ICMEIS 2015)*. China. 2015: 689-693. <http://dx.doi.org/10.2991/icmei-15.2015.128>
- Liu, Jian. Compact Dual-Broadband Antenna and Its Array for 2G/3G/LTE Application. *The 2016 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*. Xi'an. 2016: 224-226. <http://dx.doi.org/10.1109/IS3C.2016.67>
- Pandit, N., P. Sharma, S. K. Jha and P. P. Bhattacharya. Design of a slotted reconfigurable patch antenna for present-G wireless communication. *Proceeding of The 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, Noida. 2015: 1134-1138. <http://dx.doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380633>
- Wardana, Indra dan Rahmadyanto, Heri. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Slot Triangular Array 8 Elemen dengan Pencatuan Mikrostrip Feed Line Secara Tidak Langsung untuk Aplikasi CPE Wimax. *Skripsi Sarjana*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. 2009.
- Yusyandi, Ahcmad. Rancang bangun antena microstrip rectangular dengan dgs(defected ground structure) berbentuk belah ketupat pada frekuensi 3.3 ghz-3.4 ghz untuk aplikasi wimax. *Skripsi Sarjana*. Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom. 2011.