

Peningkatan *Gain* Antena Mikrostrip *Multiple Input Multiple Output* 2 x 2 Menggunakan Penambahan Parasitik Radiator

Toto Supriyanto^{1*} dan Teguh Firmansyah²

1. Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16425, Indonesia
2. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten 42435, Indonesia

* e-mail: tosupr@yahoo.com

Abstrak

Pada makalah ini akan dirancang dan dievaluasi antena *multiple input multiple output* (MIMO) mikrostrip lingkaran untuk aplikasi *long term evolution* (LTE). Antena ini beroperasi pada frekuensi 2,35 GHz yang merupakan alokasi untuk aplikasi LTE. Pada penelitian ini, diusulkan 2 buah struktur antena MIMO mikrostrip dengan substrat $\epsilon_r = 2,2$ dengan $h = 1,52$ mm. Struktur antena pertama (I) yaitu antena MIMO lingkaran konvensional, hasil struktur antena tersebut memiliki nilai *return loss* $S_{11} = -30$ dB, *bandwidth* 55 MHz saat $VSWR < 2$, nilai kopling koefisien $S_{21} = -27$ dB, dan *gain* sebesar 6,5 dBi. Struktur antena kedua (II) yaitu antena MIMO lingkaran yang ditambahkan *parasitic radiator*. Hasil di antaranya memiliki nilai *return loss* $S_{11} = -21$ dB, *bandwidth* 100 MHz saat $VSWR < 2$, nilai kopling koefisien $S_{21} = -26,5$ dB, dan *gain* sebesar 7,5 dBi. Pada penelitian ini dapat ditunjukkan bahwa *gain* antena MIMO akan meningkat dengan ditambahkan *parasitic substrat*.

Abstract

Enhanced Gain Microstrip Antenna MIMO 2 x 2 with Parasitic Radiator. In this paper, multiple input multiple output (MIMO) microstrip circular antenna for application long term evolution (LTE) will be designed and analyzed. This antenna operates at frequency 2.35 GHz which allocated for LTE applications. Two MIMO antenna structure with microstrip substrate with $\epsilon_r = 2.2$ and $h = 1.52$ mm will be designed. The first antenna structure is a conventional circular MIMO antenna, where the antenna structure has a return loss $S_{11} = -30$ dB, 55 MHz bandwidth at $VSWR < 2$, coupling coefficient $S_{21} = -27$ dB, and gain of 6.5 dBi. The structure of the second antenna is loop MIMO with additional parasitic radiator. The second antenna had return loss $S_{11} = -21$ dB, bandwidth of 100 MHz at $VSWR < 2$, the coupling coefficient $S_{21} = -26.5$ dB, and gain of 7.5 dBi. It is shown that the MIMO antenna structure with additional substrate parasitic will increase the gain antenna

Keywords: gain, LTE, MIMO, parasitic radiator

1. Pendahuluan

Sistem *multiple-input multiple-output* (MIMO) merupakan sistem yang terdiri dari sejumlah terminal (antena) pengirim dan penerima. Tidak seperti sistem antena konvensional yang sangat rentan terhadap *multipath*, sistem MIMO justru bekerja sangat baik pada komponen *multipath*.

Pada Gambar 1 terlihat sistem MIMO dengan antena pengirim dan penerima yang lebih dari satu. Antena penerima akan menerima sinyal yang dikirimkan oleh antena pengirim setelah sinyal tersebut dikalikan dengan suatu matriks kanal.

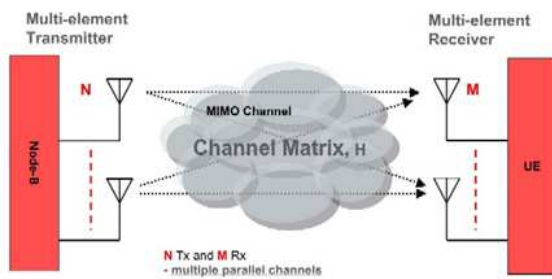
Untuk aplikasi CPE maka diperlukan sebuah antena yang kompak, namun memiliki *gain* yang tinggi, sebagai awal penelitian. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan antena *array* MIMO yang menggunakan teknologi mikrostrip.

Antena mikrostrip memiliki beberapa keuntungan, di antaranya mempunyai bentuk yang kompak, dimensi kecil, mudah untuk difabrikasi. Selain itu, antena mikrostrip pun memiliki bentuk yang beragam, di antaranya persegi, persegi panjang, elips, segitiga, dan lingkaran.

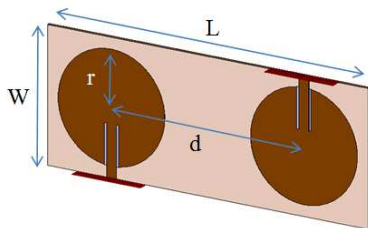
Namun, antenna mikrostrip juga memiliki kekurangan diantaranya yaitu *gain* rendah, *bandwidth* rendah, dan efisiensi yang rendah [1]. Struktur antenna MIMO 2 x 2 mikrostrip lingkaran konvensional dapat dilihat pada Gambar 2.

Untuk meningkatkan cakupan area layanan suatu *base station*, maka diperlukan antenna yang memiliki *gain* yang tinggi. Beberapa modifikasi dilakukan diantaranya dengan ditambahkan reflektor seperti yang diusulkan [2-3], di mana penambahan reflektor ini dapat meningkatkan *gain* akan tetapi memerlukan dimensi yang lebih besar dari antenanya sendiri. Pada Stoytchev *et al.* dan Capobianco *et al.* [4-5] diusulkan untuk menggunakan metode *array*, yaitu membentuk antenna yang sama dengan sebuah catu, teknik ini sudah banyak dilakukan.

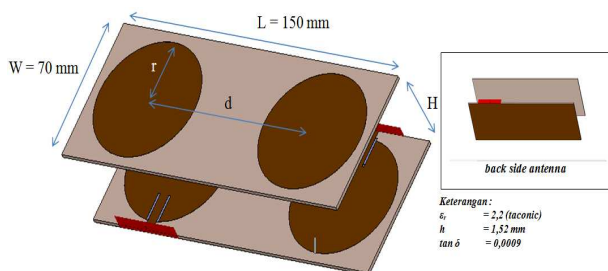
Teknik selanjutnya yaitu menggunakan metode *defected ground structure* (DGS), dengan menghilangkan sebagian bidang *ground*, sehingga rugi-rugi gelombang



Gambar 1. Sistem Komunikasi MIMO



Gambar 2. Struktur MIMO 2 x 2 Mikrostrip Lingkaran Konvensional



Gambar 3. Struktur Antena MIMO 2 x 2 Mikrostrip Lingkaran Menggunakan Parasitic Substrat

permukaan dapat dikurangi [6]. Sementara itu, pada Tilane [7], diusulkan perancangan antenna berbentuk lingkaran dengan parasitik radiator berupa ring, sehingga dihasilkan *gain* antenna sebesar 6 dBi.

Berbeda dengan metode-metode sebelumnya, pada penelitian ini diusulkan perancangan antenna MIMO 2 x 2 mikrostrip lingkaran menggunakan parasitik radiator, seperti terlihat pada Gambar 3. Perancangan antenna ini menggunakan perangkat lunak CST.

2. Metode Penelitian

Persamaan *patch* jari-jari antenna lingkaran diberikan oleh Bahl *et al.* [8].

$$r = \frac{F}{\sqrt{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) \right] + 1,7726}} \quad (1)$$

di mana nilai F dinyatakan dengan

$$F = \frac{8,791 \cdot 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Pada pers. (1) nilai *h* dalam satuan cm, sementara pada pers. (2) nilai *f* harus dalam satuan Hz. Desain antenna tersebut memiliki fundamental frekuensi yang bekerja pada dominan mode TM₁₁₀. Nilai resonannya diberikan oleh

$$[f_r]_{110} = \frac{1,8412}{2\pi r \sqrt{\mu \epsilon}} = \frac{1,8412c}{2\pi r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

di mana nilai *c* merupakan kecepatan cahaya sebesar 3.10⁸ m/s. Desain antenna ini merupakan desain antenna lingkaran yang konvensional seperti pada Gambar 2. Nilai dimensi dan karakteristik substrat terlihat pada Tabel 1.

Pada subbab ini akan dijelaskan karakteristik dari antenna, diantaranya *return loss*, *bandwidth*, kopling koefisien dan *gain*. Pada Gambar 4 menunjukkan nilai *return loss* (S₁₁) dari antenna lingkaran konvensional (Gambar 2).

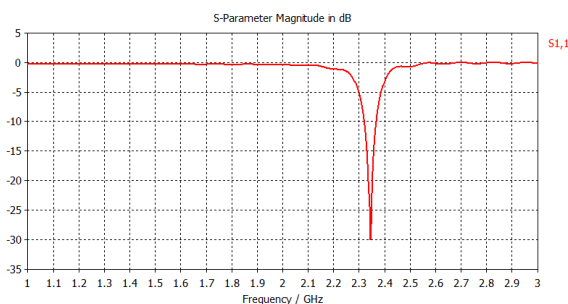
Tabel 1. Dimensi dan Karakteristik Antena

Spesifikasi	Ukuran	Keterangan
W	70 mm	Lebar
L	150 mm	Panjang
R	26 mm	Jari-jari
D	23 mm	Separator
ε _r (Taconic)	ε _r = 2,2	
h	h = 1,52 mm	Substrat
tan δ	tan δ = 0,0009	

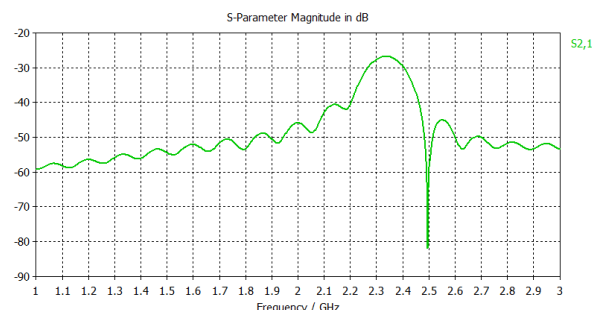
Seperti ditunjukkan pada Gambar 4, nilai *bandwidth* antenna saat $S_{11} = -10$ hanya mencapai 40 MHz. Nilai ini masih dapat ditingkatkan kembali apabila dipergunakan antenna *wideband* mikrostrip.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai kopling koefisien antenna lingkaran MIMO konvensional mencapai nilai -27 dB. Hal ini memperlihatkan bahwa kedua antenna tersebut tidak saling berhubungan. Parameter selanjutnya yang akan dianalisis yaitu *gain* antenna (Gambar 6).

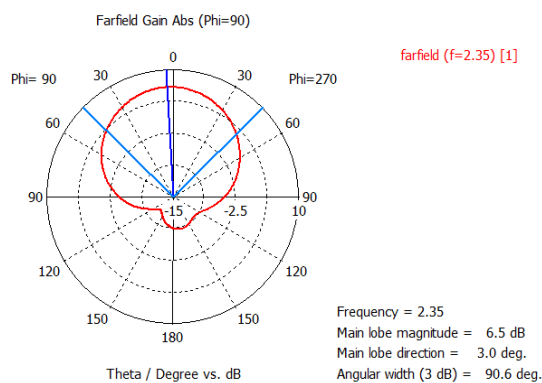
Pada Gambar 6 terlihat nilai *gain* antenna mikrostrip pada frekuensi 2,35 GHz mencapai 6,5 dBi. Sementara itu, nilai HPBW sebesar $90,6^\circ$.



Gambar 4. Nilai S_{11} dan *Bandwidth* Antena Lingkaran MIMO Konvensional



Gambar 5. Nilai Kopling Koefisien S_{21} Antena Lingkaran MIMO Konvensional



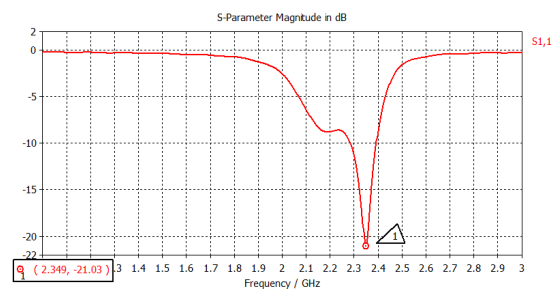
Gambar 6. Nilai *Far-Field* Antena Lingkaran MIMO Konvensional

Perancangan antenna selanjutnya yaitu perancangan menggunakan parasitik radiator untuk meningkatkan *gain* antenna MIMO. Pada Gambar 7 memperlihatkan nilai S_{11} dan *bandwidth* antenna lingkaran MIMO dengan menambahkan parasitik radiator.

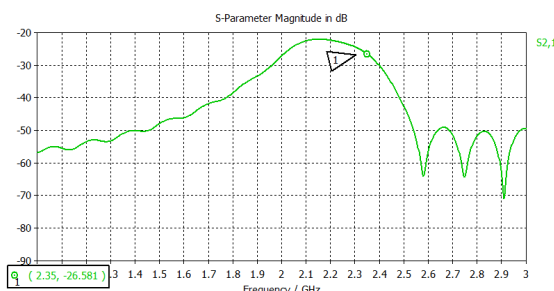
Nilai *bandwidth* antenna saat $S_{11} = -10$ dB hanya mencapai 100 MHz. Hal ini menunjukkan bahwa dengan ditamharkannya parasitik radiator, maka akan meningkatkan nilai *bandwidth* (Gambar 7).

Sementara itu, pada Gambar 8 terlihat bahwa nilai koefisien kopling antenna lingkaran MIMO ini mencapai nilai -26,5 dB. Hal ini memperlihatkan bahwa kedua antenna tersebut tidak saling berhubungan.

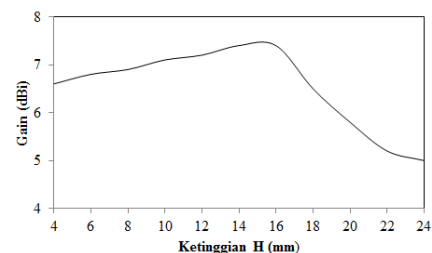
Untuk menganalisis nilai *gain*, maka pada penelitian ini dilakukan karakterisasi nilai H dari antenna MIMO, agar diperoleh nilai *gain* paling besar. Hasil karakterisasi terlihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Nilai S_{11} dan *Bandwidth* Antena Lingkaran MIMO dengan Parasitik Radiator



Gambar 8. Nilai Kopling Koefisien S_{21} Antena Lingkaran MIMO dengan Parasitik Radiator

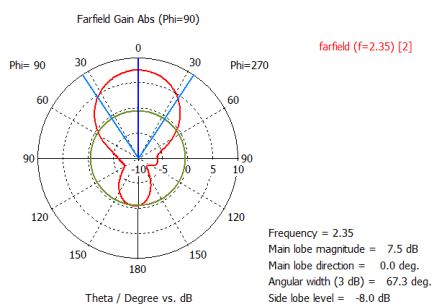


Gambar 9. Nilai *Gain* Antena Lingkaran MIMO dengan Parasitik Radiator terhadap Perubahan H

Pada Gambar 9, terlihat nilai *gain* antenna mencapai maksimum saat $H = 16$ mm dengan nilai *gain* 7,5 dBi. Sementara itu, nilai *far-field* terlihat pada Gambar 10.

Nilai *gain* antenna mikrostrip pada frekuensi 2,35 GHz mencapai 7,5 dBi. Sementara itu, nilai HPBW sebesar $90,6^\circ$. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna lingkaran MIMO dengan parasitik radiator parasitik dapat meningkatkan *gain* sampai 1 dB yang disertai pula peningkatan nilai *bandwidth* (Gambar 10).

Tabel 2 memperlihatkan perbandingan kinerja antenna lingkaran MIMO konvensional dengan antenna lingkaran MIMO dengan parasitik radiator.



Gambar 10. Nilai Far-field Antena Lingkaran MIMO dengan Parasitik Radiator

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Antena

Kinerja	Antena lingkaran MIMO konvensional	Antena lingkaran MIMO dengan penambahan parasitik radiator
Frekuensi	2,35 GHz	2,35 GHz
MIMO	2 x 2	2 x 2
Bandwidth ($S_{11} < -10$ dB)	55 MHz	100 MHz
<i>Gain</i>	6,5 dBi	7,5 dBi
HPBW (-3 dB)	90°	$67,3^\circ$
Dimensi (mm)	150 x 70 x 1,52	150 x 70 x 16

Hasil perbandingan memperlihatkan bahwa antenna lingkaran MIMO dengan penambahan parasitik radiator dapat menghasilkan *gain* yang lebih tinggi dan memberikan nilai *bandwidth* yang lebih besar.

4. Simpulan

Antena mikrostrip MIMO 2 x 2 dengan penambahan parasitik radiator dapat meningkatkan *gain* dan *bandwidth*. Nilai *bandwidth* yang diperoleh mengalami peningkatan sebesar 45 MHz dan nilai peningkatan *gain* 1 dB. Jenis substrat yang digunakan yaitu *taconic* dengan $\epsilon_r = 2,2$, $h = 1,52$ mm, dan $\tan \delta = 0,0009$ diperoleh jarak parasitik paling optimum sebesar 14 mm.

Daftar Acuan

- [1] C.A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd ed., Wiley, New York, 2005, p.1136.
- [2] S.D. Targonski, R.B. Waterhouse, *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, Montreal, Canada, 3 (1997A) 1840*.
- [3] D.G. Seleznyov, I.I. Reznik, A.D. Seleznyov, *Proceedings of the 5th International Seminar/ Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory, Tbilisi, Georgia, 2000, p.104*.
- [4] M. Stoytchev, H. Safar, A.L. Moustakas, S. Simon, *IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp., Boston, MA, USA, 3 (2001) 708*.
- [5] A.D. Capobianco, F.M. Pigozzo, S. Boscolo, M. Midrio, F. Sacchetto, A. Assalini, L. Brunetta, N. Zambon, S. Pupolin, *IEEE Conferences Publication, Wireless Technology Conference (EuWIT), Paris, 2010, p.93*.
- [6] C.-Y. Chiu, R.D. Murch, C.R. Rowell, *IEEE Trans. Antennas Propag. 55/6 (2007) 1732*.
- [7] P. Tilane, *Int. J. Eng. Technol. 3/2 (2011) 175*.
- [8] I.J. Bahl, P. Bhartia, *Microstrip Antennas*, Artech House, Norwood, MA, 1980, p.348.