

## ANALISIS PENURUNAN *MUTUAL COUPLING* ANTENA MIKROSTRIP MIMO 2×2 DENGAN MENGGUNAKAN *MEANDER LINE RESONATOR* PADA FREKUENSI 2,4 GHz

### ANALYSIS OF *MUTUAL COUPLING REDUCTION* ANTENNA MIMO 2×2 USING *MEANDER LINE RESONATOR* IN 2,4 GHz FREQUENCY

Eka Rezky Syitha<sup>1</sup>, Dr.Ir. Heroe Wijanto, M.T.<sup>2</sup>, Dr.Ir. Yuyu Wahyu, M.T.<sup>3 1,2,3</sup>

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup> [ekarezkysyitha@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:ekarezkysyitha@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup> [heroe@telkomuniversity.com](mailto:heroe@telkomuniversity.com), <sup>3</sup> [yuyu@ppet.lipi.com](mailto:yuyu@ppet.lipi.com)

#### Abstrak

Seiring dengan kebutuhan user dalam mengakses informasi yang membutuhkan waktu yang cepat dalam mengakses informasi tersebut, sehingga mendorong munculnya teknologi Wi-Fi. Wi-Fi dapat memberikan kecepatan transfer data yang tinggi dengan jumlah user yang banyak. Pada sistem Wi-Fi terdapat teknik MIMO dimana teknik MIMO dapat membantu meningkatkan penggunaan sistem Wi-Fi.

Pada tugas akhir ini membahas tentang perancangan antenna mikrostrip MIMO 2×2 untuk frekuensi 2,4 GHz dengan menggunakan *Meander Line Resonator*. Di mana teknik ini berupa 4 resonator yang saling terhubung satu sama lain yang berfungsi untuk mengurangi efek *mutual coupling*. *Mutual coupling* adalah suatu efek yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas parameter antenna karena adanya interferensi elektromagnetik dari dua antenna atau lebih yang jaraknya terlalu berdekatan.

Hasil dari fabrikasi untuk nilai bandwidth antenna MIMO 2×2 tanpa *Meander Line Resonator* sebesar 74 MHz untuk kedua portnya, return loss  $\leq -18,625$  dB untuk port 1 dan  $\leq -16,782$  dB untuk port 2, nilai *mutual coupling* untuk port 1 sebesar  $\leq -20,405$  dB dan port 2 sebesar  $\leq -20,899$  dB. Sedangkan untuk antenna MIMO 2×2 dengan menggunakan *Meander Line Resonator* menghasilkan nilai bandwidth sebesar 74 MHz untuk kedua portnya, return loss  $\leq -17,440$  dB untuk port 1 dan  $\leq -16,701$  dB untuk port 2, nilai *mutual coupling* untuk port 1 sebesar  $\leq -22,371$  dB dan port 2 sebesar  $\leq -22,827$  dB. Dengan penambahan elemen *Meander Line Resonator* di antara dua patch menyebabkan adanya penurunan nilai *mutual coupling* sebesar 1,96 dB untuk port 1 dan 1,92 dB untuk port 2 dan menyebabkan adanya pergeseran frekuensi.

Kata Kunci : *Antena, MIMO, Patch persegi panjang*

#### Abstract

Along with the needs of users in accessing information that requires a fast time in accessing the information, thus encouraging the emergence of Wi-Fi technology. Wi-Fi can provide high data transfer rates with a large number of users. On Wi-Fi systems there is a MIMO technique where MIMO techniques can help improve the use of Wi-Fi systems.

In this final project discuss about design of MIMO 2x2 microstrip antenna for frequency 2,4 GHz by using *Meander Line Resonator*. Where this technique is 4 resonators are connected to each other that serves to reduce the *mutual coupling* effect. *Mutual coupling* is an effect that causes a decrease in the quality of antenna parameters due to electromagnetic interference from two or more antennas that are too close together.

The results of fabrication for the bandwidth value of 2 × 2 MIMO antenna without a 74 MHz *Meander Line Resonator* for both ports, return loss  $\leq -18,625$  dB for port 1 and  $\leq -16,782$  dB for port 2, *mutual coupling* value for port 1 is  $\leq -20,405$  dB and port 2 for  $\leq -20,899$  dB. Whereas for 2 × 2 MIMO antenna using *Meander Line Resonator*, it produces bandwidth of 74 MHz for both ports, return loss  $\leq -17,440$  dB for port 1 and  $\leq -16,701$  dB for port 2, *mutual coupling* value for port 1 is  $\leq -22,371$  dB and port 2 equal to  $\leq -22,827$  dB. With the addition of the *Meander Line Resonator* element between the two patches, there is a decrease in the *mutual coupling* value of 1.96 dB for port 1 and 1.92 dB for port 2 and causes a frequency shift.

Keywords: *LTE, Electromagnetically Coupled, Dual Band, Microstrip Antenna*

#### 1. Pendahuluan

Seiring dengan kebutuhan user dalam mengakses informasi yang membutuhkan waktu yang cepat dalam mengakses informasi tersebut, sehingga mendorong munculnya teknologi Wi-Fi. Wi-Fi dapat memberikan kecepatan transfer data yang tinggi dengan jumlah user yang banyak. Teknologi Wi-Fi memiliki banyak standar salah satu standar yang digunakan dari Wi-Fi adalah 802.11n. Dimana standar ini menggunakan frekuensi kerja 2,4 GHz dan 5,8 GHz dan mendukung teknik MIMO [1].

Teknik MIMO ( Multiple Input Multiple Output ) merupakan pengguna lebih dari satu antenna pada pengirim maupun penerima. Dimana teknik MIMO ini memiliki salah satu parameter yang harus diperhatikan yaitu *mutual coupling*. *Mutual Coupling* sangat mempengaruhi performansi dari antenna, agar didapatkan nilai

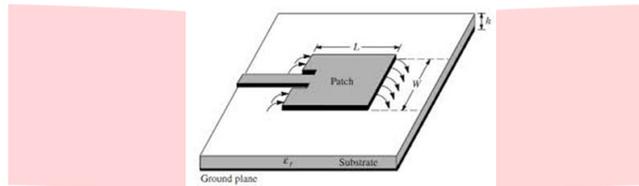
mutual coupling yang kecil maka setiap antenna harus diberi jarak agar antenna tidak saling mempengaruhi. Semakin jauh jaraknya antenna, nilai mutual coupling semakin kecil begitupula sebaliknya.

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang antenna mikrostrip MIMO 2x2 dengan menggunakan Meander Line Resonator dengan frekuensi 2,8 GHz [2]. Pada penelitian ini penulis menggunakan antenna mikrostrip persegi. Antena mikrostrip memiliki karakteristik massa ringan dan mudah untuk difabrikasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan direalisasikan antenna mikrostrip MIMO 2x2 dengan menggunakan Meander Line Resonator di mana Meander Line Resonator diharapkan dapat membantu dalam penurunan nilai mutual coupling pada antenna mikrostrip yang akan direalisasikan pada frekuensi kerja 2,4 GHz.

**2. Dasar Teori dan Perancangan**

**Sistem 2.1 Antena Mikrostrip**

Antena mikrostrip adalah suatu antenna yang terbuat dari konduktor yang menempel pada suatu dielektrik dan pada bagian bawahnya ada *ground plane*, atau pada umumnya dicetak pada PCB (*printed circuit board*).



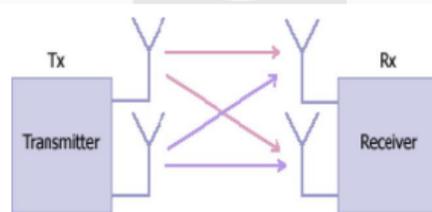
**Gambar 2.1** Antena Mikrostrip [7]

Antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian, antara lain:

1. *Conducting patch*, merupakan lapisan bagian paling atas pada antenna yang terbuat dari bahan konduktor . Fungsi dari lapisan ini yang disebut juga *patch*, adalah untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Bentuk-bentuk dari *patch* ini bias berupa persegi, segitiga, lingkaran, atau bentuk *fractal*. Pada proyek akhir ini bentuk *patch* digunakan adalah bentuk persegi panjang.
2. *Substrate dielectric*, merupakan lapisan bagian tengah dari antenna yang terbuat dari bahan dielektrik. Fungsi dari lapisan dielektrik ini adalah untuk menyalurkan gelombang elektromagnetik dari catuan menuju *patch*.
3. *Groundplane*, merupakan lapisan bagian bawah dari antenna mikrostrip yang biasanya terbuat dari bahan konduktor. Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai *reflector* sinyal yang tidak diinginkan.

**2.2 Multiple Input Multiple Output**

*Multiple Input Multiple Output* adalah penggunaan *multiple* antenna baik di pemancar maupun di penerima juga untuk meningkatkan performansi telekomunikasi [3]. MIMO sendiri merupakan salah satu implementasi *Smart Antenna*. MIMO digunakan dalam teknologi wireless karena memiliki kemampuan signifikan dalam meningkatkan data *throughput* tanpa adanya tambahan *bandwidth* maupun *transmit power* (daya pemancar).



**Gambar 2.2** Ilustrasi Sistem Kerja Antena MIMO [8]

Adapun keunggulan antenna MIMO :

- Dapat meningkatkan kapasitas baik kapasitas link maupun kapasitas sistem
- Dapat meningkatkan *reliability* sinyal dengan memperkecil *mutual coupling* yang terjadi pada sinyal fading.

- Meningkatkan kehandalan transmisi
- Memperkecil terjadinya interferensi sinyal

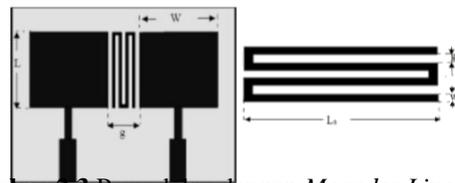
**2.3 Wi-Fi**

Wi-Fi merupakan singkatan dari *Wireless Fidelity* yang merupakan sebuah media penghantar komunikasi data tanpa menggunakan kabel atau menggunakan gelombang radio yang dapat digunakan untuk komunikasi atau mentransfer data dengan cepat [3]. IEEE mengeluarkan standar untuk perangkat Wi-Fi. Standar tersebut ialah 802.11 dimana standar ini memiliki berbagai varian yaitu IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n dan lain-lain. Berikut lampiran tabel standarisasi jaringan *wireless* [1].

Standar 802.11n merupakan standar yang mengatur perangkat yang dapat bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan *Bandwidth* selebar 20 MHz serta mendukung MIMO *spatial stream*[1]. Berikut gambar pemetaan *channel* pada frekuensi 2,4 GHz.

**2.4 Teknik Meander Line Resonator**

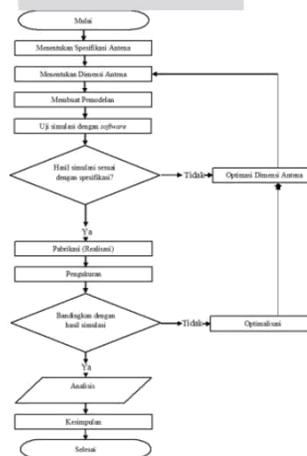
Teknik *Meander Line Resonator* adalah salah satu metode untuk membuat filter dengan meletakkan resonator dalam bentuk strip-line yang terletak di antara dua patch antenna. Pada Tugas Akhir ini teknik ini akan digunakan untuk mengurangi efek *mutual coupling* pada susunan antenna yang berdekatan. Struktur rangkaian *Meander Line Resonator* menggunakan sejumlah resonator yang tersusun secara tersambung yang cara kerjanya adalah dengan cara meng-*coupling* (baik secara induktif maupun kapasitif) untuk mempropagasikan gelombang elektromagnetik yang masuk pada patch yang berdekatan [2].



Gambar 2.3 Pemodelan dengan *Meander Line Resonator*[2]

**2.5 Proses Perancangan**

Perancangan sistem pada tugas akhir ini secara umum digambarkan dalam diagram alir pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Diagram Alir Perancangan

**2.5.1. Penentuan Spesifikasi Antena**

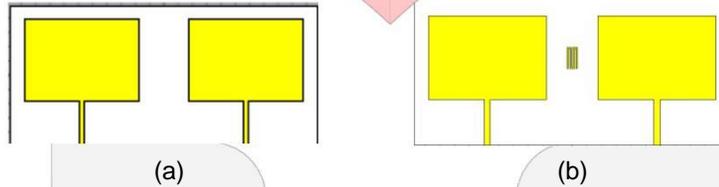
Sebelum melakukan fabrikasi antenna, langkah awal yang harus dilakukan adalah merancang antenna dengan cara menentukan terlebih dahulu spesifikasi yang diinginkan. Spesifikasi ini akan digunakan sebagai acuan dalam perancangan antenna yang diinginkan. Berikut spesifikasi antenna yang akan direalisasikan

- Frekuensi kerja : 2,4 GHz
- *Bandwidth* : 40 MHz

- *Return Loss* :  $\leq -10$  dB
- *Mutual Coupling* :  $\leq -20$  Db

**2.5.2. Hasil Simulasi Antena MIMO 2x2 tanpa Meander Line Resonator dan dengan menggunakan Meander Line Resonator**

Pada perancangan antena MIMO 2x2 menggunakan *Meander Line Resonator* dan tidak yang harus di perhatikan ialah jarak penempatan elemen tambahan agar nilai dari *Mutual Coupling* bisa sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.



**Gambar 2.5** Simulasi antena MIMO 2x2 tanpa dan dengan menggunakan *Meander Line Resonator*

**Tabel 2.1** dimensi antena MIMO 2x2 tanpa *Meander Line Resonator*

Parameter	Dimensi (mm)	Keterangan
Lg	48,65	Panjang <i>Groundplane</i>
Wg	107,16	Lebar <i>Groundplane</i>
Ls	48,65	Panjang Substrat
Ws	107,16	Lebar Substrat
L	28,4	Panjang <i>Patch</i>
W	40,03	Lebar <i>Patch</i>
Lf	15,45	Panjang Saltran
Wf	2	Lebar Saltran
D	17,5	Jarak antar <i>Patch</i>

**Tabel 2.2** dimensi antena MIMO 2x2 dengan *Meander Line Resonator*

Parameter	Dimensi (mm)	Keterangan
Lg	48,79	Panjang <i>Groundplane</i>
Wg	107,16	Lebar <i>Groundplane</i>
Ls	48,79	Panjang Substrat
Ws	107,16	Lebar Substrat
L	28,54	Panjang <i>Patch</i>
W	40,03	Lebar <i>Patch</i>
Lf	15,45	Panjang Saltran
Wf	2	Lebar Saltran
D	17,5	Jarak antar <i>Patch</i>
Lx	7,135	Tinggi <i>Meander Line Resonator</i>
I	0,5	Lebar <i>Meander Line Resonator</i>

## 2.6 Hasil Simulasi Parameter antenna MIMO

**Tabel 2.3** Hasil Simulasi antenna MIMO 2x2 dengan *Meander Line Resonator*

No.	Parameter	Spesifikasi	Hasil Simulasi
1	Frekuensi Kerja	2,4 GHz	2,4 GHz
2	<i>Bandwidth</i>	83,5 MHz	74,3 MHz
3	<i>Return Loss</i>	≥ 10 dB	-21,49 dB
4	<i>Mutual Coupling</i>	≤ -20 dB	-22,44 dB

Pada tabel diatas memperlihatkan perbandingan antara parameter pada spesifikasi dan hasil simulasi. Pada hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna dapat berkeja dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, namun *bandwidth* nya tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan ini disebabkan karakteristik dari bahan antenna.



**Gambar 2.6** Realisasi Antena

## 3 Hasil Analisis Antena

Pada bab ini akan membahas tentang hasil dari pengukuran karakteristik dan dimensi fisik antenna hasil pabrikasi. Pengukuran antenna pabrikasi bertujuan untuk membandingkan hasil antara performansi antenna hasil simulasi dengan performansi antenna parikasi atau realisasi. Diharapkan dengan melakukan pengukuran ini dapat diketahui penyebab penyimpanga karakteristik antenna akibat proses pabrikasi yang telah dirancang melalui simulasi pada *software*. Parameter-parameter yang diukur meliputi :

1. *Bandwidth*
2. *Return Loss*
3. *Mutual Coupling*

### 3.1 Analisis Hasil Pengukuran *Return Loss* dan *Bandwidth*

**Tabel 3. 1** Hasil Perbandingan Pengukuran dan Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth*

Parameter	Port	Hasil simulasi antenna tanpa <i>Meander Line Resonator</i>	Hasil simulasi antenna dengan <i>Meander Line Resonator</i>	Hasil pengukuran antenna tanpa <i>Meander Line Resonator</i>	Hasil pengukuran antenna dengan <i>Meander Line Resonator</i>
<i>Return Loss</i>	1	-21,5129 dB	-21,5604 dB	-18,625 dB	-17,440 dB
	2	-21,5129 dB	-21,5604 dB	-16,782 dB	-18,625 dB
<i>Bandwidth</i>	1	74,5 MHz	71,9 MHz	74 MHz	74 MHz
	2	74,5 MHz	71,9 MHz	74 MHz	74 MHz

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai *return loss* dan *bandwidth* menunjukkan hasil dari pengukuran terjadi perubahan dikarenakan ada elemen yang ditambahkan di antara patch antenna. Terjadinya perubahan nilai simulasi dan pengukuran dikarenakan adanya pergeseran frekuensi antenna pada saat fabrikasi yang disebabkan pemasangan konektor yang kurang baik serta tingkat ketelitian alat yang digunakan. Nilai *return loss* dari pengukuran sudah memenuhi syarat spesifikasi antenna yang diharapkan.

### 3.2 Analisis Hasil Pengukuran *Mutual Coupling*

**Tabel 3.2** Hasil Pengukuran *Return Loss* dan *Mutual coupling*

Port	Hasil simulasi antena tanpa <i>Meander Line Resonator</i>	Hasil simulasi antena dengan <i>Meander Line Resonator</i>	Hasil pengukuran antena tanpa <i>Meander Line Resonator</i>	Hasil pengukuran antena dengan <i>Meander Line Resonator</i>
1	-21,381 dB	-22,444 dB	-20,405 dB	-22,371 dB
2	-21,381 dB	-22,444 dB	-20,899 dB	-22,827 dB

Pada tabel 3.2 didapatkan hasil nilai mutual coupling yang berbeda pada saat simulasi dan pengukuran. Perbedaan ini disebabkan adanya penambahan elemen di antara patch dimana nilai dari mutual coupling dapat terpengaruh dengan jarak antar patch ataupun adanya elemen yang ditambahkan. Perubahan dari nilai mutual coupling antara antena MIMO tanpa meander line resonator dan dengan menggunakan meander line resonator telah memenuhi syarat dari spesifikasi yang diinginkan dan hasil yang diharapkan dari penelitian ini. Nilai dari penurunan mutual coupling untuk port 1 sebesar 1,96 dB dan port 2 sebesar 1,92 dB.

### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dari seluruh proses perancangan dan proses realisasi antena MIMO menggunakan *Meander Line Resonator* pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Antena yang telah dirancang dan direalisasikan dapat bekerja pada rentang frekuensi yang sesuai spesifikasi yaitu 2.4 GHz.
2. Dilihat dari hasil pengukuran antara antena MIMO tanpa *Meander Line Resonator* dan dengan menggunakan *Meander Line Resonator* menghasilkan perubahan penurunan *Mutual Coupling* sebesar  $\leq 1$  dB.
3. Nilai *Return Loss* fabrikasi yang dihasilkan sudah di bawah -10 dB dengan *Bandwidth* 74 MHz.
4. Dengan menambahkan elemen *Meander Line Resonator* pada antena MIMO 2x2 mempengaruhi nilai pergeseran frekuensi kerja
5. Terdapat perbedaan hasil antara proses pengukuran dan simulasi dikarenakan kondisi yang tidak saat ideal pada saat pengukuran.
6. Dengan merubah jarak setiap antena dan pengaturan konfigurasi konektor dapat mempengaruhi nilai dari *Mutual Coupling* antena dimana dapat mempengaruhi kinerja dari antena MIMO.

### DAFTAR REFERENSI

- [1] CISCO, "Radio Channel Frequencies," no. Inc., 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134-1706 USAers., PP. 1-6, 2008.
- [2] S. G. D. M. S. R. B. C. Jeet Ghosh, "Mutual Coupling Reduction between Closely Placed Microstrip," vol. 59, pp. 115-122, 2016.
- [3] M. A. Jensen dan J. W. Wallace, "A review of antennas and propagation for MIMO wireless communication," IEEE Trans. Antennas propag., vol. 52, no. 11, p. 2810–2824, 2004.
- [4] Kraus, J. D.(1197). ANTENNAS Second Edition. India: Tata McGraw-Hill.
- [5] C. A. Balanis (2005), Antenna Theory: Analysis and Design Third Edition. Canada: Wily-Interscience
- [6] Peraturan Menteri Nomor 28 Tahun 2015, Tanggal 27 Juli 2015, tentang Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat Telekomunikasi yang Beroperasi pada Pita Frekuensi Radio 2,4 GHz dan/atau Pita Frekuensi Radio 5,8 GHz. -- Jakarta, 2015
- [7] V. N. Khasanah. 2016. Perancangan dan Realisasi Antena MIMO 4x4 untuk Aplikasi LTE menggunakan Teknik Interdigital Line. Bandung. Universitas Telkom.
- [8] C. B. Papadias, Parasitic Antenna Arrays for Wireless MIMO Systems, New York: Springer Science, 2014.

