

Perancangan Antena Mimo 2x2 Menggunakan Polarisasi Diversitas Pada Frekuensi 2.1 Ghz

1st Made Febriani Hapsari

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

hapsarimadee@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Levy Olivia Nur

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Harfan Hian Ryanu

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

harfanhr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Semakin pesatnya teknologi sehingga diperlukan kecepatan internet yang lebih baik. Metode untuk meningkatkan kecepatan internet yaitu menggunakan antena MIMO yang terdiri dari dua antena pemancar dan dua antena penerima, sehingga dapat terjadi interferensi antar antena. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diberikanlah solusi berupa perancangan antena MIMO 2x2 dengan menggunakan polarisasi diversitas yang bertujuan untuk mengurangi nilai *mutual coupling* dari saling pengaruh antara banyak antena yang ditempatkan berdekatan. Antena MIMO akan dirancang dengan frekuensi kerja 2100 MHz, dikarenakan banyak perangkat seluler yang mendukung frekuensi 2100 MHz, sehingga membuatnya lebih mudah bagi pengguna untuk terhubung ke jaringan dan menggunakan layanan 4G. Perancangan antena ini akan di optimasi hingga mendapatkan hasil spesifikasi yang ditentukan, kemudian antena akan di fabrikasi dan melakukan pengukuran parameter di Laboratorium Antena Telkom University. Penggunaan polarisasi diversity ini telah membuktikan dapat mengurangi nilai *mutual coupling* sebesar 11 dB. Selain itu, penggunaan polarisasi diversitas dapat mengurangi efek blokade dalam kondisi *multipath* dan dapat membantu dalam pemisahan kanal secara efektif dalam sistem MIMO.

Kata kunci — antena MIMO, polarisasi diversitas, *mutual coupling*, *coaxial-feed*, *truncated corner*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi yang pesat telah meningkatkan permintaan akses internet yang cepat. Untuk memenuhi kebutuhan pengguna, teknologi seluler harus diperbarui untuk memberikan kecepatan internet yang lebih baik. Perkembangan jaringan telekomunikasi di Indonesia saat ini sudah mencapai generasi keempat, yaitu 4G LTE, dimana proses pertukaran informasi antar pengguna semakin cepat terutama pada layanan *streaming* atau *video call* secara cepat, mudah, dan pada *mobile* semakin banyaknya fitur yang tersedia [1]. Kecepatan *transfer* data pada jaringan LTE mencapai 100 Mbps pada *downlink* dan 50 Mbps pada *uplink*. Metode untuk meningkatkan kecepatan data dan kapasitas saluran, yaitu antena MIMO. Teknologi 4G di Indonesia

sendiri bekerja di rentang frekuensi 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, dan 2300 MHz.

Antena MIMO 2x2 terdapat dua antena pemancar dan dua antena penerima yang dimana pada setiap polarisasi yang berbeda. Dikarenakan MIMO memiliki dua antena, sehingga dapat mengakibatkan antena bisa saling menginterferensi satu sama lain yang biasa disebut efek *mutual coupling*. Hal ini dapat mengurangi kemampuan sistem MIMO untuk secara efektif memancarkan dan menerima sinyal data secara mandiri pada setiap antena. Maka dari itu, diperlukan untuk mengecilkan nilai *mutual coupling* dengan cara mengatur jarak antena atau dengan menggunakan dua polarisasi yang berbeda atau biasa disebut dengan polarisasi diversitas.

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan antena MIMO 2x2 pada frekuensi kerja 2100 MHz dengan menggunakan polarisasi diversitas, serta menganalisa penurunan nilai *mutual coupling* dengan menggunakan dua polarisasi yang berbeda.

II. KAJIAN TEORI

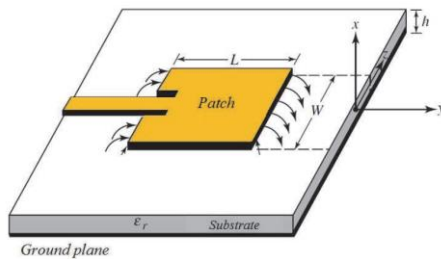
A. Fourth-Generation (4G)

Teknologi 4G adalah singkatan dari *Fourth-Generation* yang dimana termasuk dalam tahap komunikasi seluler *broadband* dan mengacu pada teknologi jaringan seluler nirkabel generasi keempat, yang menggantikan teknologi 3G (Third-Generation). Teknologi 4G dirancang untuk menyediakan komunikasi seluler yang lebih cepat dan lebih andal, memungkinkan transmisi data berkecepatan tinggi, kualitas suara yang lebih baik, dan dukungan untuk layanan tingkat lanjut seperti akses internet *broadband* seluler, *streaming video*, dan *game online*.

Teknologi 4G biasanya digunakan dengan menggunakan dua teknologi utama, yaitu *Long-Term Evolution* (LTE) dan *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX). LTE telah menjadi teknologi yang lebih umum secara global, sedangkan WiMAX digunakan di wilayah tertentu.

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah jenis antena yang banyak digunakan dalam sistem komunikasi nirkabel dan aplikasi lainnya. Antena ini merupakan antena ringkas dan *low-profile* yang beroperasi pada frekuensi tinggi, sehingga cocok untuk berbagai perangkat dan sistem komunikasi nirkabel. Struktur dasar antena mikrostrip terdiri dari *patch*, *substrate*, dan *groundplane*, seperti pada Gambar 1.



GAMBAR 1
Struktur Antena Mikrostrip

Patch mengacu pada elemen pemancar logam dari antena mikrostrip. Biasanya berbentuk persegi panjang atau melingkar dan ditempatkan pada permukaan substrat dielektrik. *Patch* biasanya terbuat dari bahan konduktif, seperti tembaga. Bentuk dan dimensi *patch* menentukan frekuensi operasi dan karakteristik antena lainnya. *Patch* bertanggung jawab untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik.

Substrat adalah bahan non-konduktif tempat *patch* dan komponen antena mikrostrip lainnya dipasang. Substrat menyediakan dukungan struktural dan isolasi listrik antara *patch* dan lapisan lainnya. Substrat biasanya terbuat dari bahan dielektrik seperti FR-4 (sejenis epoksi yang diperkuat fiberglass) atau keramik. Pilihan bahan substrat mempengaruhi kinerja, bandwidth, dan efisiensi antena.

Groundplane, juga dikenal sebagai bidang konduksi atau konduktor bagian belakang, adalah lapisan konduktif yang biasanya ada di sisi berlawanan dari substrat dari *patch*. Bidang ini berfungsi sebagai reflektor dan menyediakan bidang referensi untuk antena. *Groundplane* memainkan peran penting dalam menentukan pola radiasi dan karakteristik antena mikrostrip. Bidang ini membantu meningkatkan penguatan, pengarahan, dan efisiensi antena.

C. Parameter Antena Mikrostrip

Dalam merancang sebuah antena diperlukan untuk menentukan beberapa parameter yang akan digunakan dalam perancangan antena tersebut. Parameter-parameter yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Return loss

Return loss merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang yang dipantulkan dengan amplitudo gelombang yang dipancarkan. *Return loss* dapat terjadi karena ketidaksesuaian impedansi (*mismatched*) antara saluran transmisi dengan impedansi *input* beban (antena) [2].

2. Bandwidth

Bandwidth atau lebar pita kanal didefinisikan sebagai pemisahan frekuensi dimana antena beroperasi pada spesifikasi tertentu. Penggunaan antena dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatas oleh rentang frekuensi operasinya yang berfungsi untuk bekerja secara efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang radio pada

pita frekuensi tertentu. *Bandwidth* sendiri memiliki persamaan yang berupa selisih antara frekuensi tinggi dan frekuensi rendah [3].

3. VSWR

VSWR merupakan singkatan dari *Voltage Standing Wave Ratio* yang berarti perbandingan besarnya tegangan maksimum dengan besaran tegangan minimum pada gelombang berdiri di suatu titik pada saluran transmisi. Terjadinya VSWR disebabkan oleh ketidakcocokan antara impedansi saluran dan beban impedansi.

4. Gain

Gain antena berkaitan erat dengan direktivitas, yang merupakan besaran yang memperhitungkan efisiensi dan kemampuan antena direksionalnya. *Gain* suatu antena adalah perbandingan intensitas radiasi maksimum terhadap intensitas radiasi antena referensi [2].

5. Pola radiasi

Pola radiasi antena didefinisikan sebagai fungsi matematis atau representasi grafis dari komponen radiasi antena. Pola radiasi biasanya ditampilkan di medan jauh dan merupakan fungsi koordinat arah. Pola radiasi mewakili kekuatan medan yang dipancarkan ke berbagai arah dari antena pada jarak tertentu. Ada beberapa jenis pola radiasi: pola radiasi isotropik, pola radiasi *unidirectional*, dan pola radiasi *omnidirectional*.

6. Polarisasi

Polarisasi antena adalah polarisasi gelombang yang dipancarkan oleh antena. Selain itu, polarisasi dapat diartikan sebagai arah gerak medan listrik gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antena pada *main lobe* nya. Ada tiga jenis polarisasi: polarisasi linear, polarisasi *ellips*, dan polarisasi *circular* [2].

D. MIMO

MIMO singkatan dari *Multiple-Input Multiple-Output* yang merupakan sebuah teknologi yang memancarkan dan menerima data secara bersamaan dengan menggunakan banyak antena. Teknologi MIMO ini memiliki tujuan utama yaitu untuk meningkatkan *throughput* dan kualitas sinyal dalam sistem komunikasi nirkabel. Teknologi MIMO juga memiliki peran penting dalam jaringan LTE, dikarenakan dapat mengirimkan data lebih cepat dan koneksi yang lebih bagus dalam jaringan nirkabel.

E. Mutual Coupling

Mutual coupling merupakan sebuah fenomena yang dimana medan elektromagnetik dari satu antena mempengaruhi kinerja antena lain yang berdekatan, sehingga menyebabkan perubahan pola radiasi, impedansi, dan kinerja antena secara keseluruhan. *Mutual coupling* dalam antena MIMO berhubungan pada pengaruh antara antena yang satu ke antena yang lainnya yang saling berdekatan pada sisi pemancar dan penerima. Salah satu efek dan fungsi dari *mutual coupling* dalam antena MIMO yaitu dapat menyebabkan interferensi antara antena yang saling berdekatan. Hal tersebut dapat mengurangi keefektifan sistem MIMO dalam memancarkan dan menerima sinyal secara mandiri pada setiap antena, maka dari itu dalam mengatasi masalah tersebut dibutuhkan dua jenis polarisasi yang berbeda dengan menggunakan polarisasi diversitas.

F. Polarisasi Diversitas

Polarisasi diversitas Teknik yang digunakan dalam sistem komunikasi nirkabel untuk meningkatkan keandalan dan kinerja sinyal dengan menggunakan dua polarisasi yang berbeda. Polarisasi diversitas ini bertujuan untuk mengurangi efek fading sinyal dan interferensi yang disebabkan oleh *multiple* antena yang berdekatan.

G. Desain Antena

1. Patch

Untuk menghitung lebar *patch* (ij) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$ij = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(1 - \frac{2.405}{2\pi f_c} \right) \quad (1)$$

Dimana ij merupakan lebar *patch* (mm), C adalah kecepatan cahaya di ruang bebas yaitu sebesar 3×10^8 m/s, f_c adalah frekuensi kerja antena (Hz), dan ϵ_r adalah permitivitas relatif bahan substrat. Sedangkan, untuk menghitung panjang *patch* (l) dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$l = \frac{C}{f_c} \left(1 - \frac{2.405}{2\pi f_c} \right) \quad (2)$$

Dimana l merupakan panjang *patch* (mm) dan l_{eff} adalah panjang efektif antena (mm). Pertambahan panjang akibat adanya fringing effect, Δl adalah pertambahan dari panjang *patch* (mm).

2. Groundplane

Persamaan (3) dan (4), dapat digunakan untuk menghitung lebar dan panjang *groundplane* (W dan L)

$$W = \frac{C}{f_c} \sqrt{\epsilon_r} \quad (3)$$

$$L = \frac{C}{f_c} \sqrt{\epsilon_r} \quad (4)$$

Dengan h adalah tebal substrat (mm)

3. Panjang Gelombang

Dalam susunan antar antena diperlukan untuk menghitung panjang gelombang (λ) dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\lambda = \frac{C}{f_c} \quad (5)$$

4. Outer Radius

Dalam perhitungan untuk memotong ujung sudut *patch* antena dapat menggunakan persamaan jarak radius luar antena (r).

$$r = \frac{ij}{2} \quad (6)$$

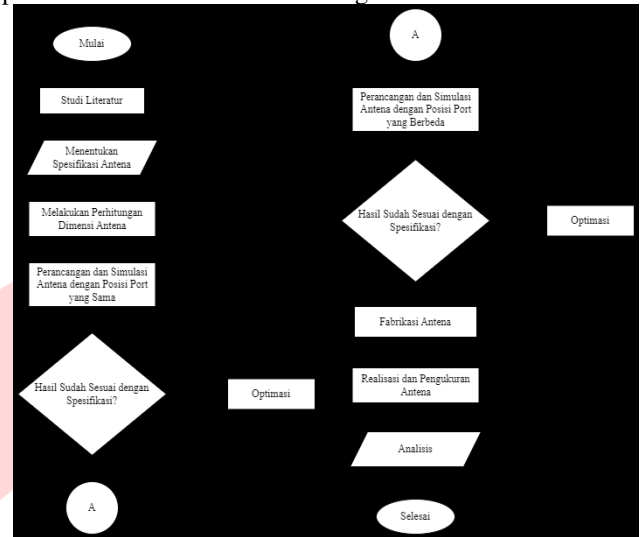
H. Teknik Pencatuan

Teknik pencatuan yang digunakan untuk antena MIMO ini ialah *coaxial feed* dan teknik *truncated corner*. Teknik pencatuan *coaxial feed* dilakukan dengan cara konduktor bagian dalam dari suatu konektor koaksial menempel pada *patch*, sedangkan konduktor bagian luar dihubungkan ke *groundplane*. Metode pencatuan tersebut digunakan karena mudah difabrikasi. Kemudian, teknik *truncated corner* yaitu salah satu jenis teknik *truncated* yang memotong sudut sisi *patch* pada antena.

III. METODE

A. Diagram Alir

Perancangan antena truncated MIMO 2x2 dengan menggunakan polarisasi diversitas untuk aplikasi 4G. Antena ini dirancang bekerja pada frekuensi 2.1 GHz. Berikut ini merupakan metode perancangan antena yang dapat dilihat pada Gambar 2 dalam bentuk diagram alir.



GAMBAR 2 Diagram Alir

B. Spesifikasi Antena

Tahap awal dari sebuah perancangan antena adalah menentukan spesifikasi yang tepat dan sesuai. Spesifikasi dari antena MIMO 2x2 yang akan dirancang dengan nilai impedansi $Z_0 = 50 \Omega$ dan kecepatan cahaya $C = 3 \times 10^8$ m/s dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

TABEL 1 Spesifikasi Antena

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja	2.1 GHz
VSWR	1 - 2
Return loss	≥ -10 dB
Mutual coupling	≥ -20 dB
Bandwidth	≥ 10 MHz
Gain	≥ 1 dB
Axial Ratio	≥ 3 dB
Pola Radiasi	Unidirectional

TABEL 2 Karakteristik Bahan

Komponen	Bahan	Permitivitas Relatif (ϵ_r)	Ketebalan (t / h)
Groundplane dan Patch	Copper	-	0.035
Substrate	FR-4	4.3	1.6

C. Perancangan Dimensi Antena

Dalam perancangan dimensi antena, diperlukan untuk menghitung beberapa parameter antena dengan menggunakan persamaan 1 sampai persamaan 6. Setelah mendapatkan hasil yang sudah dihitung, masukkan nilai-nilai parameter tersebut ke dalam tabel. Berikut ini merupakan table hasil perhitungan dimensi antena dan gambar desain perancangan antena.

