

Peningkatan Kinerja *Gain* Antena Mikrostrip 4x4 MIMO Menggunakan Dielektrik Termodifikasi pada Frekuensi 1800 MHz

Amila Nabilah¹, Hepi Ludyati², Didin Saefudin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ¹amilanabilah@gmail.com ²hepi.ludyati@polban.ac.id ³sadien@gmail.com.

ABSTRAK

Keterarahan radiasi suatu antena sangat berpengaruh terhadap kinerja suatu antena. Nilai *gain* yang tinggi sangat diperlukan untuk meningkatkan kemampuan suatu antena dalam memancarkan atau menerima energi gelombang elektromagnetik ke ruang bebas. Berdasarkan hal di atas maka dirancang sebuah antena mikrostrip MIMO 4x4 dengan menggunakan substrat FR-4 Epoxy dan tembaga sebagai elemen peradiasi gelombang. Antena dirancang pada frekuensi 1800 MHz dengan spesifikasi antena yang diinginkan terdiri dari beberapa parameter yaitu frekuensi kerja 1800 MHz dengan nilai *return loss* > 10 dB, dan nilai *gain* minimum 5 dBi. Antena dirancang dengan difokuskan kepada *high gain antenna*. Metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan material dielektrik FR-4 Epoxy yang termodifikasi digunakan dengan menyisipkan lapisan-lapisan tembaga tipis. Teknik pencatutan antena yang digunakan adalah *insert feed*. Dari hasil simulasi dengan menggunakan CST Microwave Studio[®] antena memiliki *gain* 6,95 dBi pada frekuensi 1800 MHz, *bandwidth* 58.3 MHz dan nilai *return loss* S11= -13,55. Berdasarkan penerapan metoda di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai *gain* antena meningkat.

Kata Kunci

High Gain Antenna, Antena Mikrostrip MIMO 4x4, Insert Feed, Dielektrik Termodifikasi

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya sistem komunikasi seluler di era modern ini pengembangan jaringan akses radio 5G sangat dibutuhkan. Beberapa penelitian dilakukan untuk memecahkan masalah dan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas jaringan serta peningkatan data rate dengan cakupan yang lebih baik pada konsumsi daya yang rendah. Maka diperlukan suatu perancangan antena yang cocok untuk komunikasi nirkabel 5G [1]. Kebutuhan pengiriman informasi dan komunikasi secara cepat dan akurat juga sudah menjadi kebutuhan di era sekarang ini. Inovasi-inovasi pada antena yang merupakan komponen yang sangat penting untuk menunjang proses pengiriman dan penerimaan informasi ini pun sangat dibutuhkan guna meningkatkan kinerja antena. Antena yang baik merupakan antena yang memiliki *gain* yang tinggi dan *bandwidth* yang lebar. Semakin besar nilai *gain* antena dapat mengarahkan radiasi gelombang sehingga arah pancar nya dapat menjangkau jarak yang jauh. Teknologi pada antena yang sedang berkembang pesat yaitu MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). MIMO saat ini sangat digemari karena kemampuannya yang dapat meningkatkan kapasitas kanal sehingga, informasi dapat dikirimkan dan diterima secara bersamaan. Pengembangan dari antena mikrostrip ini dengan cara

menyusun beberapa antena (multi antena) di bagian penerima maupun di bagian pengirim membuat kualitas saluran dan efisiensi spektrum meningkat. Kebanyakan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan bahan duroid sebagai material dari substratnya, sedangkan penelitian sebelumnya telah merealisasikan antena mikrostrip dengan 4 elemen dengan menggunakan material FR4 [2]. Material dielektrik dengan besar permitivitas yang tinggi dibutuhkan untuk menunjang antena mikrostrip agar memperoleh nilai *gain* yang tinggi dengan *bandwidth* yang lebar. Oleh karena itu pada tugas akhir ini metoda yang diusulkan penulis yaitu antena yang bekerja pada frekuensi 1800 MHz dengan spesifikasi antena yang diinginkan terdiri dari beberapa parameter yaitu frekuensi kerja 1800 MHz dengan nilai *return loss* > 10 dB, dan nilai *gain* minimum 5 dBi. Antena dirancang dengan difokuskan kepada *high gain antenna*. Metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan material dielektrik FR-4 Epoxy yang termodifikasi digunakan dengan menyisipkan lapisan-lapisan tembaga tipis. Teknik pencatutan antena yang digunakan adalah *insert feed*. Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak CST Microwave Studio[®].

2. METODE PENELITIAN

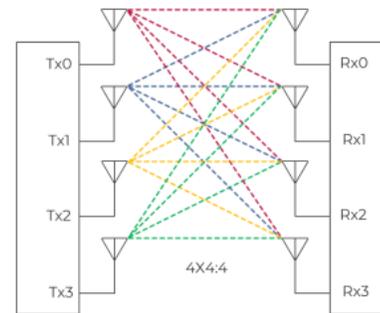
Pada sub bab ini akan dipaparkan teori mengenai metode-metode yang digunakan pada penelitian. Antena mikrostrip memiliki kelemahan yaitu *bandwidth* yang sempit dan *gain* yang rendah, metode-metode tertentu perlu diterapkan. Berikut beberapa teori untuk mendukung pemahaman mengenai penelitian.

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip memiliki kemampuan beroperasi di dua bahkan tiga frekuensi kerja, juga memiliki beberapa keunggulan dibandingkan antena mikrowave konvensional yaitu, mudah pada saat fabrikasi dan biaya relatif murah, ukuran antena kecil, berat antena relatif ringan, dan dapat beroperasi pada polarisasi linear dan *circular*. Sedangkan kekurangan dari antena mikrostrip yaitu kurangnya efisiensi pada saat perancangan, *bandwidth* dan *gain*, yang kecil, kapasitas penanganan daya yang rendah, dan terdapat eksitasi gelombang permukaan [3]. Antena mikrostrip diatur oleh bentuk geometri dari elemen peradiasi (*patch*) dan karakteristik material substrat yang digunakan.

2.2 MIMO

MIMO atau *Multiple Input Multiple Output* adalah sistem komunikasi yang memanfaatkan banyak elemen antena atau multi antena baik pada sisi pemancar atau transmitter maupun penerima atau *receiver*. Sistem ini menggunakan sejumlah M antena pemancar dan sejumlah N antena penerima. Sehingga sering ditulis dengan sistem penulisan MIMO M x N. Dengan demikian MIMO 4x4 menyatakan bahwa jumlah antena pada sisi pemancar dan sisi penerima sama-sama berjumlah empat buah. Sistem MIMO mempunyai beberapa keunggulan salah satunya yaitu dapat mengatasi *multipath fading* pada komunikasi nirkabel. Penyebab *multipath fading* yakni redaman dari lintasan beberapa sinyal yang memiliki fasa yang berbeda akibat mobilitas pengguna dan beberapa objek yang dapat membelokkan atau memantulkan lintasan antara base station dan user. Serta dengan sistem MIMO dapat meningkatkan *throughput* [4].

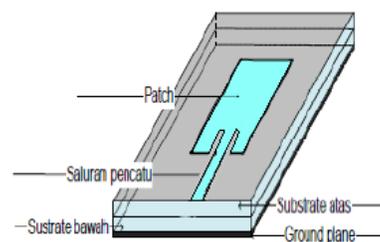


Gambar 1 Ilustrasi MIMO

Pada Gambar 1 dapat dilihat ilustrasi antena MIMO bekerja. Tiap *antenna transceiver* atau pengirim, masing-masing mengirimkan informasi kepada *antenna receiver* atau penerima.

2.3 Insert Feed

Teknik pencatutan pada antena mikrostrip mempengaruhi nilai impedansi input dan karakteristik pada antena mikrostrip. Pencatutan pada antena sendiri berfungsi untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antena. *insert feed* merupakan turunan dari pencatutan *microstrip feedline* bedanya, terletak pada hubungan *feedline* dengan *patch* yaitu terdapat *insert gap* (menjorok) ke arah *patch* dengan tujuan menyamakan impedansi *feedline* dengan catuan antena seperti ditunjukkan pada Gambar 2

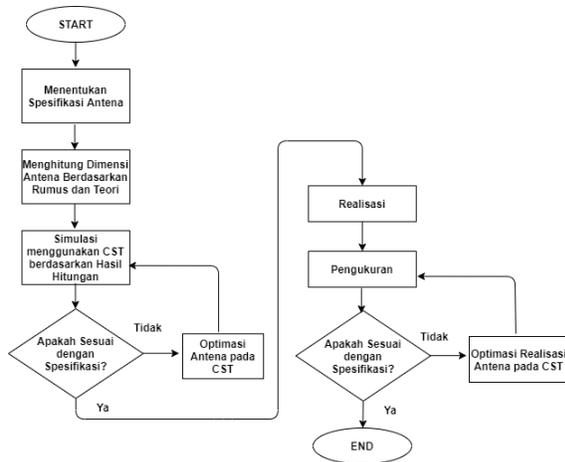


Gambar 2 Pencatutan Insert Feed

Pencatutan dengan *insert feed* juga memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat memperlebar *bandwidth*, menaikkan nilai *gain*, dan mengurangi nilai *return loss* dengan cara mengatur nilai pada *insert gap* dan *insert length* pada antena [5].

2.4 Perancangan

Dilakukan serangkaian tahapan perancangan untuk menyelesaikan penelitian. Perancangan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *CST Microwave Studio*[®]. Diagram alir perancangan antena dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Perancangan

2.5 Spesifikasi

Penentuan spesifikasi merupakan tahap awal dalam perancangan sebuah antenna. Pada tahapan ini penjelasan yang dipaparkan berupa spesifikasi bahan yang digunakan pada antenna, dan parameter antenna. Berikut spesifikasi dari material substrat yang digunakan yaitu FR-4 Epoxy pada Tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Substrat.

Spesifikasi	Keterangan
Permittivitas relative (ϵ_r)	4,3
Permeabilitas relative	0,99991
Ketebalan	1,6 mm

Parameter yang hendak dicapai yaitu membuat perangkat antenna transceiver MIMO 4x4 dengan menggunakan FR4 dengan spesifikasi frekuensi kerja 1700 MHz-1900 MHz dengan frekuensi tengah 1800 MHz, gain minimum 5 dBi, VSWR ≤ 2 , impedansi sistem 50 Ω sebagaimana disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Parameter Antena.

Parameter	Keterangan
Retur loss	≥ 10 dB
SWR	≤ 2
Gain	Minimum 5 dBi

Setelah menentukan spesifikasi dan parameter antenna dilakukan perhitungan secara matematis. Untuk menghitung lebar *patch* digunakan persamaan 1 sebagai berikut

$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}}} \quad (1)$$

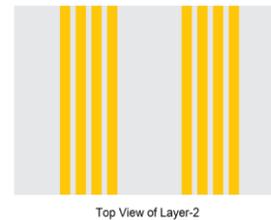
Sedangkan untuk menghitung panjang *patch* dari antenna dapat menggunakan persamaan 2

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2)$$

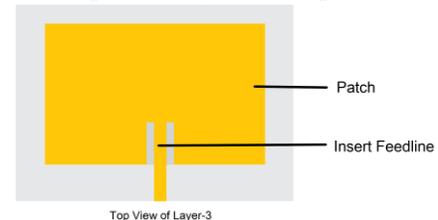
Penulis menggunakan patch berbentuk persegi dikarenakan patch persegi memiliki hasil gain dan return loss yang lebih baik dibandingkan patch sirkular [6]. Setelah menghitung dimensi antenna mikrostrip selanjutnya diaplikasikan untuk melakukan simulasi. Konstruksi fisik dari antenna ditampilkan pada Gambar 4,5,6, dan 7 berikut.



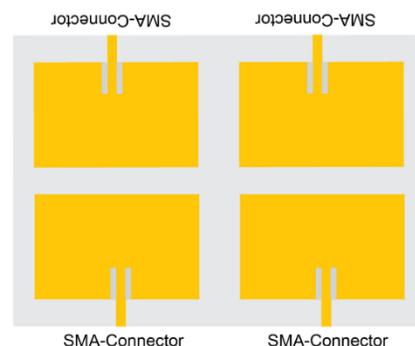
Gambar 4 Tampak Atas Dan Tampak Bawah Layer Ke 1 (Groundplane)



Gambar 5 Tampak Atas layer ke-2 Sisipan



Gambar 6 Tampak Atas Layer Ke 3 (Patch) Satu Elemen

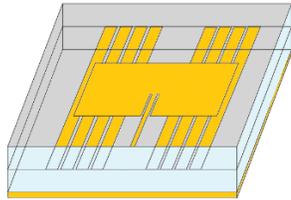


Gambar 7 Tampak Atas Layer Ke 3 (Patch) Empat Elemen

Pada penelitian ini digunakan pencatutan *insert feed*. Dengan adanya *insert gap* pada sisi *feedline* yg menjorok kearah *patch* agar memperoleh *matching impedance* tanpa harus menambahkan elemennya.

Konstruksi antenna mikrostrip artifisial yang telah disisipkan material berbahan konduktor tipis dapat

dilihat pada Gambar 8 yang selanjutnya elemennya akan digandakan menjadi empat.

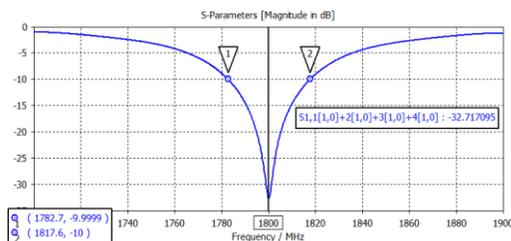


Gambar 8 Antena Artifisial Single Element

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

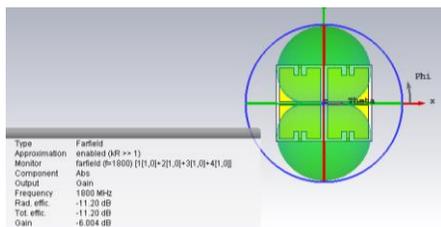
Berikut merupakan hasil pengukuran dari simulasi yang dilakukan.

3.1 Antena Mikrostrip Konvensional 4 Elemen



Gambar 9 Grafik Return Loss Antena Konvensional Empat Elemen

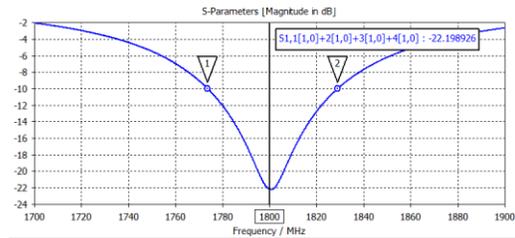
Grafik diatas menunjukan nilai *Return Loss* bernilai -32.717 dB pada antena konvensional empat elemen. Antena sudah bekerja pada spesifikasi yang telah ditentukan yaitu < -10 dB dan antena sudah bekerja pada frekuensi kerja yang sesuai yaitu pada frekuensi kerja 1800 MHz. dan memiliki *bandwidth* 34.9 MHz atau



Gambar 10 *Farfield Gain* Antena Konvensional Empat Elemen

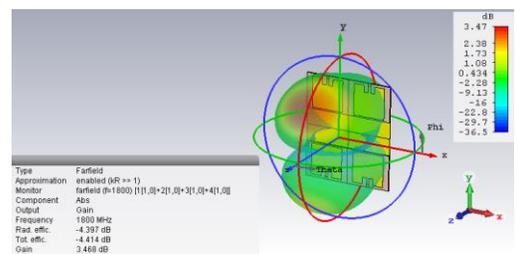
Ilustrasi farfield 3D di atas menunjukan nilai dan arah gain mengarahkan radiasinya. Antena konvensional empat elemen tersebut belum memenuhi spesifikasi awal di nilai > 10 dBi yaitu bernilai -6,004 dBi sehingga perlu melalui tahap optimasi lebih lanjut dikarenakan antena tidak mengarahkan radiasi gelombang dengan baik.

3.2 Antena Mikrostrip Artifisial 4 Elemen



Gambar 11 Grafik Return Loss Antena Artifisial Empat Elemen

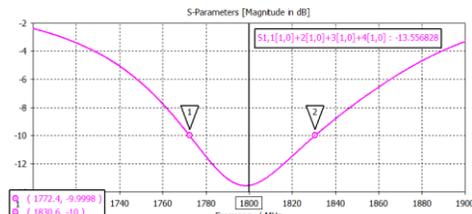
Grafik diatas menunjukan nilai *Return Loss* bernilai -13.55 dB pada antena artifisial empat elemen yang telah disisipkan material konduktor tipis. Antena menunjukan sudah bekerja pada spesifikasi yang telah ditentukan yaitu < -10 dB dan antena sudah bekerja pada frekuensi kerja yang sesuai yaitu pada frekuensi kerja 1800 MHz. dan memiliki *bandwidth* 53.2 MHz atau 3.233%.



Gambar 12 *Farfield Gain* Antena Artifisial Empat Elemen

Pada ilustrasi 3D diatas dapat dilihat bahwa nilai *gain* yang merupakan kemampuan antena untuk mengarahkan radiasi bernilai 3.47 dBi yang diperoleh dari antena artifisial empat element yang telah disisipkan material konduktor tipis. Nilai tersebut menunjukan bahwa antena artifisial single element sudah sesuai dengan spesifikasi yaitu > 10 dB dan dapat mengarahkan radiasi dengan baik.

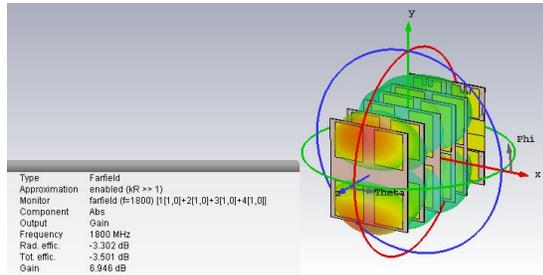
3.3 Antena Mikrostrip Artifisial 4 Elemen Substrat Parasitik



Gambar 13 Grafik Return Loss Antena Artifisial Empat Elemen

Grafik diatas menunjukan nilai *Return Loss* bernilai -13.55 dB pada antena artifisial empat elemen. Antena menunjukan sudah bekerja pada spesifikasi yang telah

ditentukan yaitu < -10 dB dan antenna sudah bekerja pada frekuensi kerja yang sesuai yaitu pada frekuensi kerja 1800 MHz. dan memiliki bandwidth 58.2 MHz atau 3.233%.



Gambar 14 Farfield Gain Antena
Artifisial Empat Elemen

Pada ilustrasi 3D diatas dapat dilihat bahwa nilai *gain* yang merupakan kemampuan antenna untuk mengarahkan radiasi bernilai 6.946 dB yang diperoleh dari antenna artifisial empat element. Nilai tersebut menunjukan bahwa antenna artifisial single element sudah sesuai dengan spesifikasi yaitu > 10 dB dan dapat mengarahkan radiasi dengan baik. Semakin tinggi nilai *gain* maka semakin baik suatu antenna mengarahkan radiasinya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi antenna mikrostrip MIMO 4x4 (*Multiple Input Multiple Output*) yang menggunakan material dielektrik artifisial FR4-Epoxy, dapat disimpulkan bahwa antenna bekerja pada frekuensi kerja yang diinginkan yaitu pada frekuensi 1800 MHz. Dimensi antenna mikrostrip artifisial 5.83% lebih kecil dibanding dengan antenna mikrostrip konvensional. Nilai *gain* dan lebar *bandwidth* yang

diperoleh antenna mikrostrip artifisial yang telah disisipkan material berbahan konduktor tipis lebih tinggi dibandingkan dengan antenna mikrostrip konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Muhamad and R. Yusnita, "Perancangan Antena MIMO Array 37 Ghz Untuk Jaringan Komunikasi 5G," Jom FTEKNIK, vol. 5, no. 2, pp. 1-9, 2018.
- [2] N. Cucun and L. Hepi, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 4x4 MIMO Berbahan Material Dielektrik Artifisial dengan Menggunakan Mode Gelombang TM11 (Pola Crepes) untuk Meningkatkan Gain Antena Repeater pada," Industrial Research Workshop and National Seminar, pp. 362-368, 2019.
- [3] J. A. Kevin, O. N. Levy and S. Budi, "Perancangan Antena MIMO 2x2 Array Rectangular Patch dengan U-Slot untuk Aplikasi 5G," JNTETI, vol. 6, no. 1, pp. 93-98, 2017
- [4] R. &. Schwarz, "Introduction to MIMO", München, Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, 2009.
- [5] Samarthay, Vinayak., Pundir, Swarna., Lal, Bansi, "Designing and Optimization of Inset Fed Rectangular Microstrip Patch Antenna (RMPA) for Varying Inset Gap and Inset Length", 1,3 Deenbandhu Chhotu Ram University of Science and Technology, 2 Rajasthan Technical University, 2014.
- [6] W. A. Fajar, M. Nur and S. B, "Analisis Simulasi Antena MIMO 4x4 Susunan Persegi dan Sirkular pada Frekuensi 15 GHz," JNTETI, vol. 7, no. 2, pp. 174-182, 2018