

ANTENA MIMO PATCH SIRKULAR MENGUNAKAN METODE DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) DENGAN MUTUAL COUPLING PALING RENDAH

1st Aria Maulana Pinasthika
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
ariapinastika@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Bambang Setia Nugroho
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

3rd Trasma Yunita
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
trasmayunita@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi telekomunikasi 5G saat ini memerlukan dukungan dari sisi perangkat, salah satunya adalah antena. Teknologi antena yang dikembangkan saat ini adalah teknik Multiple Input Multiple Output (MIMO). Penggunaan jumlah elemen antena yang lebih dari satu merupakan salah satu tantangan dalam melakukan desain antena MIMO. Salah satu parameter penting dari sistem antena MIMO adalah mutual coupling

Pada penelitian ini telah dirancang antena mikrostrip frekuensi 2,3 GHz dengan menambahkan metode proximity untuk pencatutan dan DGS untuk mengurangi mutual coupling. Antena mikrostrip ini dirancang dengan menggunakan patch *circular* dan menggunakan polarisasi *elips* dengan metode catu proximity yaitu metode dengan catutan berada diantara 2 substrat dan juga penambahan metode *Defected Ground Structure* (DGS) dumbbell yang berfungsi untuk menurunkan nilai mutual coupling.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pengaturan polarisasi pada antena MIMO setiap elemen antena memiliki polarisasi yang sama dengan konfigurasi RHEP pada simulasi *software* nilai S32 memiliki nilai -37,36 dB setelah menggunakan Metode DGS dapat menurunkan nilai mutual coupling yaitu sebesar -48,63 dB pada mutual coupling antara elemen 2 dan 3 dan juga sebaliknya. Dengan perbandingan nilai hasil pengukuran dan simulasi pada antena MIMO dengan menggunakan DGS dengan penurunan nilai yaitu sebesar -12,92 dB pada elemen 2 dan 3 dan juga sebaliknya.

Kata Kunci : *Mutual Coupling, DGS, MIMO, 5G, Circular.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi menyebabkan kebutuhan informasi terus meningkat, sehingga beberapa teknologi komunikasi wireless yang sedang dikembangkan untuk memberikan solusi tersebut. Teknologi 5G atau fifth generation merupakan teknologi telekomunikasi yang mempunyai data rate yang sangat baik. Kecepatan yang ditawarkan 5G meningkat dengan drastis dibandingkan dengan 4G [1]. Frekuensi kerja yang dimiliki 5G dibagi menjadi tiga rentang lapisan frekuensi ada low bands, midbands, dan high bands [2].

Salah satu spektrum frekuensi yang digunakan Indonesia dalam jaringan 5G berada dispektrum frekuensi pita 2,3 GHz Frekuensi tersebut digunakan untuk mengawali perkembangan 5G di Indonesia maka dari itu dilakukannya refarming pada pita frekuensi tersebut, hal ini dikarenakan masih banyaknya frekuensi yang digunakan oleh satelit [3][4].

Dengan semua layanan yang diberikan, diperlukan sebuah perangkat yang dapat memaksimalkan kinerja 5G, salah satunya yaitu system Multiple Input Multiple Output (MIMO). Teknik MIMO merupakan Teknik yang menggunakan antena pada pengirim maupun penerima, informasi yang dikirimkan dapat diterima dan dikirim oleh lebih dari satu antena. Dengan menggunakan Teknik MIMO bisa mengirimkan informasi yang sama dari dua atau lebih pemancar sehingga mengurangi kemungkinan informasi hilang pada antenna tunggal serta mengantisipasi efek negative

multipath fading [5]. Terdapat perkembangan terbaru yang menunjukkan dengan adanya komunikasi wireless MIMO dapat memaksimalkan kinerja pada keseluruhan system komunikasi. Dengan begitu teknologi MIMO memiliki peranan yang besar dan berpotensi untuk menjadi teknologi masa depan untuk komunikasi wireless.

Pada antenna MIMO menggunakan lebih dari satu antenna pada sisi pengirim dan penerima ini menyebabkan jarak antenna berdekatan, karena hal tersebut efek Mutual Coupling tidak dapat dihindari [6]. Contohnya, yaitu saat antenna yang satu ingin memancarkan energi, sehingga energi dari antenna pemancar/pengirim yang satu akan diterima oleh antenna pemancar yang lain sehingga terjadi pertukaran energi yang dapat menurunkan kinerja antenna. Nilai Mutual Coupling yang rendah pada antenna MIMO adalah parameter yang penting agar antenna dapat bekerja lebih baik [7]. Berdasarkan penelitian sebelumnya pada antenna MIMO susunan bidang, didapatkan nilai Mutual Coupling lebih rendah dengan konfigurasi cross-polarization, yaitu -22,462 dB dan -17,6676 dB dengan co-polarization. Pada penelitian kali ini dilakukan perancangan antenna pengirim atau pemancar mikrostrip MIMO dengan frekuensi 2,3 GHz menggunakan patch circular dengan konfigurasi RHEP dengan menambahkan metode Defected Ground Structure (DGS) bahwa dengan ditambahkan metode DGS dapat mengurangi efek Mutual Coupling dan bisa mendapatkan nilai Mutual Coupling yang paling rendah untuk pengaplikasian 5G.

II. DASAR TEORI

A. 5G

Teknologi 5G adalah teknologi generasi baru dan juga sedang berkembang dari system radio dan arsitektur jaringan yang memiliki dua faktor utama yang membuat perkembangan dari 5G: yang pertama adalah sebuah kebutuhan untuk mendukung peningkatan permintaan untuk layanan broadband dari berbagai pengiriman melalui mobile network dan yang kedua adalah kebutuhan untuk mendukung atau membuat layanan Internet of Things (IoT) [9][10]. 5G memiliki spesifikasi secara umum yaitu: memiliki data rate yang cukup tinggi yaitu (10 Gbps uplink dan 20 Gbps Downlink), biaya dan juga energi yang efisien (cost and energy efficiency), konektivitas yang stabil, memiliki latensi di bawah 1 ms, reliabilitas koneksi yang tinggi, dan memiliki cakupan jaringan yang luas, adapun spesifikasi dari 5G.

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antenna yang memiliki berat ringan dan mudah difabrikasi, dengan sifatnya conformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan memiliki ukuran yang kecil jika dibandingkan dengan antenna jenis lain. Karena sifat yang dimilikinya, antenna mikrostrip sangat sesuai untuk kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang juga memiliki ukuran yang kecil, akan tetapi antenna mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu memiliki *bandwidth* yang sempit, gain dan direktivitas yang kecil, serta efisiensi yang rendah. Antenna mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Lapisan tersebut adalah patch, substrat dan ground plane [12].

Antena mikrostrip sendiri memiliki bentuk Patch yang bermacam-macam yaitu segi empat, segitiga, lingkaran dan lain-lain. Patch sendiri berperan sebagai pemancar yang tipis dan memiliki bahan yang terbuat dari logam konduktor seperti tembaga atau emas. Antena mikrostrip lapisan yang bernama substrat, substrat sendiri terbuat dari bahan yang dielektrik itu berfungsi untuk media penghantar gelombang elektromagnetik dari catuan. Dalam pemilihan bahan substrat yang akan dipakai, harus berdasarkan karakteristik yang diinginkan agar memiliki daya yang optimal pada jarak frekuensi tertentu. Substrat memiliki bermacam-macam jenis dalam desain antenna mikrostrip seperti: Epoxy, Alumina, dan Duroit.

Substrat memiliki konstanta dielektrik berbeda-beda (ϵ_r) atau bisa juga disebut *relative permittivity* [13]. Spesifikasi umum yang dimiliki substrat yaitu faktor disipasi, konstanta dielektrik, dan ketebalan, dalam substrat yang digunakan untuk merancang antenna mikrostrip umumnya memiliki nilai konstanta dielektrik pada range $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$ [14].

Selain patch dan substrat antenna mikrostrip memiliki satu lapisan lagi yaitu ground plane yang terdapat pada lapisan paling bawah antenna mikrostrip. *Groundplane* sendiri merupakan konduktor dan memiliki fungsi untuk memantulkan sinyal yang tidak diinginkan [13].

C. MULTIPLE INPUT MULTIPLE OUTPUT (MIMO)

MI Sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) adalah sistem penyusunan menggunakan lebih dari satu antena pada sisi pengirim ataupun sisi penerima dan biasanya ditulis dengan MIMO $M \times N$. Pada jaman sekarang ini biasanya sistem MIMO digunakan pada teknologi wireless karena dapat meminimalisir informasi hilang dibandingkan menggunakan hanya satu pemancar.

Dalam perancangan antena MIMO, antar antena satu dengan antena lainnya tidak berkorelasi satu sama lain karena berdampak pada *mutual coupling*, maka dari itu antena harus diberi jarak.

D. Mutual Coupling

Mutual coupling ialah suatu efek yang dapat menyebabkan adanya penurunan kualitas parameter pada antena yang disebabkan oleh dua antena atau lebih yang memiliki jarak berdekatan. Efek ini menyebabkan perubahan parameter antena baik itu gain atau return loss. Karena *mutual coupling* itu menyerap energi dari antena yang berada di sekitarnya maka dari itu parameter ini harus memiliki nilai seminimal mungkin.

E. Defected Ground Structure (DGS)

Defected Ground Structure (DGS) merupakan suatu cara untuk menekan gelombang permukaan dengan menghilangkan (etch) sebagian bidang ground. Penggunaan DGS merupakan teknik untuk meningkatkan kinerja antena mikrostrip dan *array* yang diubah pada bagian lapisan ground plane pada antena mikrostrip. DGS ditentukan dengan geometri ukuran yang bisa disebut unit sel merupakan satu bentuk bangun yang diletakkan pada lapis groundplane yang memiliki tujuan untuk menghentikan gelombang elektromagnetik pada layer substrat sepanjang frekuensi yang beroperasi pada antena [15].

III. METODE

Dalam Penelitian ini, dibutuhkan beberapa tahap pengerjaan. Tahap pertama yang dilakukan adalah menentukan frekuensi kerja antena dan karakteristik antena yang diinginkan, seperti return loss, VSWR, gain dan bandwidth. Berikutnya menentukan dimensi dari antena dengan menggunakan rumus yang memakai frekuensi kerja dan substrate yang telah ditentukan sebelumnya. Dimensi antena yang telah didapatkan kemudian disimulasi menggunakan software desain. Pada proses simulasi tidak selalu hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan sehingga dilakukanlah modifikasi ukuran dimensi untuk

mendapatkan hasil yang diinginkan. Setelah didapatkan hasil yang diinginkan, dilakukan pengambilan data terhadap hasil simulasi.

A. Spesifikasi Antena

Tabel 3. 1 Spesifikasi Antena

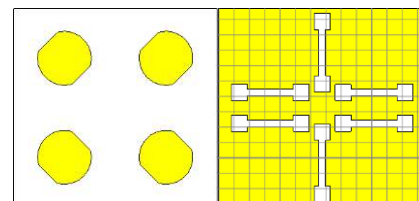
Spesifikasi	Deskripsi
Frekuensi Kerja	2,3 GHz
<i>Mutual Coupling</i>	< -20 dBi
Bentuk <i>Patch</i>	<i>Circular</i>

B. Perhitungan Dimensi Antena

Berikut adalah parameter hasil optimasi dan perhitungan antena MIMO menggunakan metode DGS pada Tabel 3.2. Pada Gambar 3.1 desain antena sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Hasil simulasi dengan desain tersebut didapatkan hasil yang sesuai spesifikasi yang telah dilakukan.

Tabel 3. 2 Dimensi Antena

Parameter	Nilai (mm)	Nama Parameter
Parameter	Nilai	Keterangan
a	17,65 mm	Jari-jari <i>patch</i>
wg	66,878 mm	Lebar <i>ground plane</i>
lg	64,878 mm	Panjang <i>ground plane</i>
wf	3,1 mm	Lebar <i>feed line</i>
lf	15,6 mm	Panjang <i>feed line</i>
h	1,6 mm	Tebal substrat
t	0,035 mm	Tebal konduktor
r	30 mm	Jarak antar <i>patch</i>
i	30 mm	Panjang <i>dumble</i>
p	10	Lebar <i>dumble</i>
z	15	Kotak <i>dumble</i>
y	30	Jarak antar <i>dumble</i>



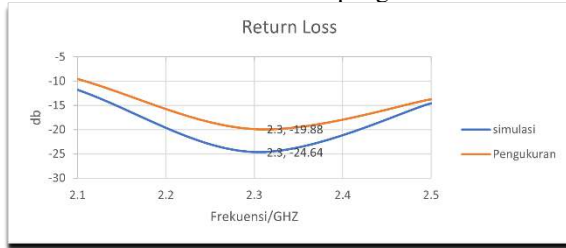
Gambar 3. 1 Rancangan antena MIMO metode DGS Tampak Depan dan Tampak Belakang

Pada Gambar 3.1 desain antena sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Hasil simulasi dengan desain tersebut didapatkan hasil yang sesuai spesifikasi yang telah dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Return Loss

Untuk perbandingan S-Parameter akan kita lihat dari hasil simulasi dan realisasi antenna sesuai pengukuran.



Gambar 4. 1 S-Parameter hasil simulasi dan pengukuran

S parameter adalah perbandingan antara amplitudo gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirim.

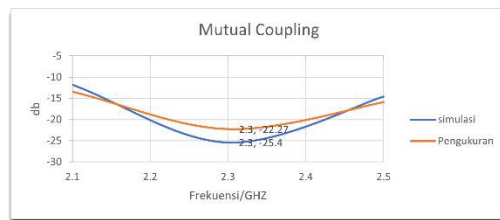
Hasil dari perbandingan nilai return loss dapat dilihat pada table 4.1

Tabel 4.1 Perbandingan nilai Return Loss Simulasi dan pengukuran

Return Loss	Simulasi	Pengukuran
S_{11}	-24.64	-19.88
S_{22}	-16.94	-13.44
S_{33}	-24.66	-20.14
S_{44}	-16.94	-13.27

B. Hasil pengukuran Mutual Coupling

Untuk perbandingan hasil Mutual Coupling antara desain simulasi dan pengukuran



Hasil dari perbandingan nilai Mutual Coupling dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Mutual Coupling

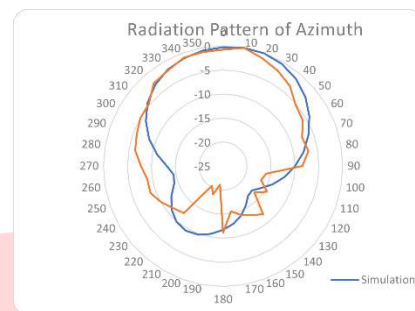
Mutual Coupling	Pengukuran	Simulasi
S_{21}	-22.27	-25.40
S_{31}	-21.62	-23.18
S_{41}	-38.35	-48.63
S_{12}	-23.52	-25.40
S_{32}	-35.71	-48.63
S_{42}	-20.58	-22.43
S_{13}	-20.93	-23.18
S_{23}	-36.89	-48.63

S_{43}	-21.97	-25.40
S_{14}	-36.34	-48.63
S_{24}	-20.72	-22.43
S_{34}	-22.75	-25.40

C. Hasil Pengukuran Pola Radiasi

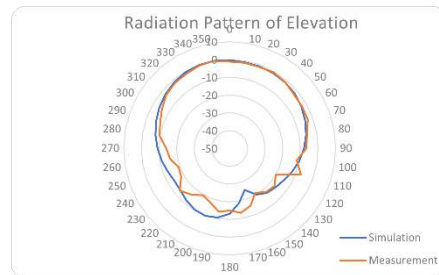
Untuk perbandingan pola radiasi akan kita lihat dari hasil simulasi menggunakan desain dan realisasi antenna sesuai pengukuran. Pengukuran pola radiasi dilakukan dalam 2 arah, yaitu azimuth dan elevasi. Pola radiasi merupakan bentuk grafis sebagai fungsi arah yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna. Berikut konfigurasi pengukuran pola radiasi yang didapatkan:

Pola Radiasi dengan $\phi 0^\circ$



Gambar 4. 2 Pola Radiasi Azimuth

Pola Radiasi dengan $\phi 90^\circ$



Gambar 4. 3 Pola Radiasi Elevasi

Hasil dari pola radiasi antenna dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Dapat dilihat bahwa pola radiasi yang terbentuk adalah *unidirectional*. Hasil kedua pengukuran yang dilakukan memiliki perbedaan terhadap hasil simulasi yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang ideal. Selain itu nilai yang muncul pada VNA berubah sangat cepat sehingga dibutuhkan konsentrasi lebih. Namun pola radiasi yang dihasilkan masih sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini dengan judul "Antena MIMO Patch Circular Menggunakan Metode Defected Ground

Structure (DGS) Dengan *Mutual Coupling* paling rendah”. Dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Antena MIMO dengan tambahan metode truncated edge yang dirancang dan direalisasikan menghasilkan polarisasi elips dengan konfigurasi RHEP dilihat dari nilai pada axial ratio yaitu sebesar 15,45 dengan pada sudut 0. Untuk konfigurasi dilihat dengan arah arus berlawanan jarum jam atau *Counter Clockwise* (CCW) dapat dipastikan bahwa antena single patch yang disimulasikan memiliki polarisasi Right Hand Elliptical Polarization (RHEP).
2. Penambahan metode DGS yang dilakukan berhasil pada antena MIMO berbentuk bidang secara Co-Polarization yang memiliki konfigurasi RHEP pada simulasi *software* dinilai yang paling kecil yaitu pada S32 memiliki nilai -37,36 dB setelah menggunakan Metode DGS dapat menurunkan nilai Mutual coupling yaitu sebesar -48,63 dB pada S32. Dengan perbandingan nilai hasil pengukuran dan simulasi pada antena MIMO dengan menggunakan DGS dengan penurunan nilai yaitu sebesar -12,92 dB.
3. Perbedaan hasil dari simulasi dan pengukuran dikarenakan yaitu fabrikasi yang tidak ideal dan alat pengukuran perlu pembaruan.

REFERENSI

- [1] A. K. Muhidin, H. Madiawati, Y. Sulaeman, and K. Kunci, “Desain Antena MIMO 2x2 Patch Rectangular untuk Komunikasi 5G pada Frekuensi 3, 5 GHz dengan Peningkatan Gain Menggunakan Akrilik,” pp. 26–27, 2020.
- [2] Yusuf, “Untuk Efisiensi dan Pemerataan, Kominfo Bagi Tiga Lapisan Frekuensi 5G,” *Kominfo*, 2021. https://www.kominfo.go.id/content/detail/34930/untuk-efisiensi-dan-pemerataan-kominfo-bagi-tiga-lapisan-frekuensi-5g/0/berita_satker (accessed Oct. 27, 2021).
- [3] N. P. Bestari, “Menkominfo Bicara Lelang Frekuensi 2,3 GHz & 5G,” 28 April, 2021.
- [4] A. T. Haryanto, “‘Jalan Tol’ Layanan 5G di RI, Tidak Mesti Pakai Frekuensi 2,3 GHz,” *Detiknet*, 2021.
- [5] F. Y. Zulkifli, E. T. Rahardjo, M. Asvial, and D. Hartanto, “PENGEMBANGAN ANTENA MIKROSTRIP SUSUN DUA ELEMEN DENGAN PENERAPAN DEFECTED GROUND STRUCTURE BERBENTUK TRAPESIUM,” *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 12, no. 2, pp. 80–85, 2010, doi: 10.7454/mst.v12i2.512.
- [6] G. Tsoulos, *MIMO system technology for wireless communications*. 2006. doi: 10.1201/9781315222011.
- [7] E. Susanti, “Array of 8 Circularly Polarized Microstrip Antenna for 802 . 11ac MIMO WLAN,” *Jaict*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2016.
- [8] E. L. Wijaya, A. A. Pramudita, and T. Yunita, “Pengaturan Polarisasi Elemen Patch Sirkular Pada Sistem Antena MIMO Susunan Bidang Untuk Komunikasi 5G Polarization Arrangement of Circular Patch Element in Plane Formation MIMO Antenna System for 5G Communication,” pp. 1–8, 2020.
- [9] L. Ammai, L. O. Nur, and R. Anwar, “Penurunan Mutual Coupling Antena MIMO Menggunakan Periodik Defected Ground Structure U-Shape,” *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 5, no. 2, p. 42, 2021, doi: 10.25124/tektrika.v5i2.3991.
- [10] GSA, “5G-Oriented Indoor Digitalization Solution White Paper,” no. November, 2017.
- [11] U. S. Zulpratita, “Kunci Teknologi 5G,” *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 166–173, 2018, doi: 10.33197/jitter.vol4.iss2.2018.163.
- [12] GSMA, “5G Spectrum,” *Public Policy Position*, no. July, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2016/06/GSMA-5G-Spectrum-PPP.pdf>
- [13] S. Hardiati, “Aplikasi Substrat Alumina Pada Antena Mikrostrip Patch Persegi Untuk Komunikasi Bergerak Pada Frekuensi (3, 3-3, 4) GHz,” *Ind. Electron. Semin.*, 2010.

- [14] C. A. Balanis,
“[ENG_C.A.Balanis]_Antenna.Theory.Analysis.and.Design_2ed_(Wiley_1997).pdf.”
- [15] M. I. Sabran, S. K. A. Rahim, C. Y. Leow, P. J. Soh, B. W. Chew, and G. A. E. Vandenbosch, “Compact circularly polarized truncated square ring slot antenna with suppressed higher resonances,” *PLoS One*, vol. 12, no. 2, pp. 1–13, 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0172162.