

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIMO 2x2 PATCH CIRCULAR MENGUNAKAN METODE *DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS)* UNTUK MENINGKATKAN *GAIN* DAN MEMPERKECIL *MUTUAL COUPLING*

1st Reza Julian Syahputra

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi

Fakultas Teknik Elektro

Telkom University

Bandung, Indonesia

rezajulians@student.telkomuniversity.a

c.id

2nd Bambang Setia Nugroho

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi

Fakultas Teknik Elektro

Telkom University

Bandung, Indonesia

bambangsetianugroho@telkomuniverisit

y.ac.id

3rd Trasma Yunita

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi

Fakultas Teknik Elektro

Telkom University

Bandung, Indonesia

trasmayunita@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Teknologi telekomunikasi yang berkembang saat ini adalah generasi ke-5. 5G membutuhkan akses data yang sangat cepat. Untuk mendukung teknologi 5G. Penelitian ini mengusulkan antena susunan dengan teknik *Multiple Input Multiple Output (MIMO)* dan ditambahkan metode *Defected Ground Structure (DGS)* untuk perbaikan *gain* dan *mutual coupling*. Antena yang telah dirancang dan direalisasikan adalah antena mikrostrip MIMO2x2 *array patch circular*. Bentuk DGS yang digunakan adalah *double dumbbell* untuk menurunkan nilai *mutual coupling* pada frekuensi 3,5 GHz. Selain itu juga digunakan teknik *array* untuk meningkatkan *gain*. Perancangan antena mikrostrip menggunakan *software desain*. Berdasarkan hasil simulasi antena MIMO 2x2 *array* tanpa metode DGS nilai *mutual coupling* yang dihasilkan sebesar $-33,96$ dB, sedangkan dengan metode DGS adalah sebesar $-52,28$ dB. Namun pada hasil pengukuran dengan metode DGS nilai *mutual coupling* yang dihasilkan lebih tinggi yaitu sebesar $-44,75$ dB, tetapi masih lebih rendah dibandingkan dengan hasil simulasi tanpa metode DGS. Hasil simulasi antena tunggal tanpa metode *array* dan DGS menghasilkan nilai *gain* sebesar 2,941 dBi, sedangkan dengan metode *array* dan DGS nilai *gain* adalah sebesar 4,696 dBi. Pada pengukuran nilai *gain* yang dihasilkan sebesar 4,142 dBi, terdapat perbedaan sebesar 0,554 dBi. Hal ini disebabkan oleh fabrikasi dan pengukuran yang tidak ideal.

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

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman teknologi di dunia sangat cepat terutama di bidang telekomunikasi, perkembangan generasi teknologi ini sangat pesat mulai dari 1G, 2G, 3G, 4G dan sedang mempersiapkan generasi ke-5 (5G). 5G ini untuk mendukung teknologi industri 4.0. Sistem industri 4.0 adalah seluruh mesin terhubung menggunakan *Internet of Things (IoT)* sehingga membutuhkan akses data yang cepat dan teknologi telekomunikasi yang terbaru. Untuk menghadapi era penerapan industri 4.0 perlu dipersiapkan teknologi telekomunikasi baik itu menggunakan kabel atau nirkabel buat komunikasi yang akses datanya sangat cepat. Untuk menjawab industri 4.0 teknologi telekomunikasi sudah menyiapkan teknologi telekomunikasi generasi ke 5 (5G) [1].

Teknologi telekomunikasi generasi ke-5 ini masih dikembangkan di dunia buat menggantikan teknologi 4G, dari hal ini perlu penelitian terus menerus buat menyempurnakan generasi ke-5. Karena generasi ke-5 ini memiliki akses data yang cepat, maka diperlukan alat-alat yang mendukung untuk membuat antena 5G [2]. Untuk mendukung teknologi 5G dibutuhkan perangkat antena yang memiliki *gain* tinggi dan berukuran *compact* maka sangat cocok digunakan antena mikrostrip teknik *Multiple Input Multiple Output (MIMO)* untuk aplikasi 5G.

Teknik MIMO merupakan suatu teknik yang menggunakan lebih dari satu antena pada sisi *transmitter* dan *receiver* yang bertujuan buat meningkatkan kualitas jaringan 5G dan jarak jangkauan semakin jauh. MIMO memanfaatkan sinyal pantulan (*multipath*) sebagai penguat sinyal utama.

Pada penelitian sebelumnya melakukan peningkatan *gain* dengan *akrilik* yang memiliki nilai *gain* sebesar 3,615 dBi dan *mutual coupling* sebesar - 28,63 dB [3]. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan realisasi antena mikrostrip untuk aplikasi MIMO pemancar 2x2 *array* yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz menggunakan *patch circular* dan menggunakan metode *Defected Ground Structure* (DGS) sehingga dapat meningkatkan *gain* dan mengurangi *mutual coupling* menggunakan *software* desain.

II. KAJIAN TEORI

A. 5G

Bidang telekomunikasi telah mengalami generasi baru yaitu generasi ke-5 (5G). 5G adalah teknologi telekomunikasi generasi terbaru dari sistem radio dan arsitektur jaringan yang akan menghadirkan konektivitas *broadband* dan jaringan masif untuk IoT [4][5]. 5G memberikan peningkatan pada koneksi *throughput* yang tinggi, meningkatkan volume data melalui jaringan nirkabel, kualitas layanan yang lebih baik dan harga yang lebih rendah [5]. 5G mempunyai 3 karakteristik utama, yaitu *massive Machine Type Communication* (mMTC), *ultra Reliable dan Low Latency Communication* (uRLLC) dan *enhanced Mobile Broadband* (eMBB) [6]. mMTC bertujuan untuk menjalankan IoT dengan sebagian perangkat digital akan terhubung sehingga meminimalkan keterlibatan manusia, mMTC mendukung berbagai aplikasi industri seperti robot di rumah sakit yang bisa melakukan operasi. uRLLC bertujuan untuk memberi layanan latensi terendah sehingga kendaraan otonom dapat mengurangi kecelakaan antar kendaraan dikarenakan mempunyai layanan latensi rendah dibawah 1 ms. eMBB bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia di era digital yang membutuhkan layanan *bandwidth* tinggi seperti video berkualitas 4K, *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) [4] [7]. Pada Tabel 2.1 Spesifikasi 5G [8].

Tabel 2.1 Spesifikasi 5G

Parameter	Kebutuhan
<i>Bandwidth</i>	>100 MHz
<i>Peak Data Rate</i>	<i>Downlink</i> : 20 Gbps
	<i>Uplink</i> : 10 Gbps
<i>Peak Spectral Efficiency</i>	<i>Downlink</i> : 30 bps/Hz
	<i>Uplink</i> : 15 bps/Hz

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang paling banyak digunakan saat ini. Antena mikrostrip adalah salah satu teknologi antena yang dapat dirancang dengan biaya pembuatan yang lebih murah, dimensi yang lebih kecil dan fabrikasi yang mudah. Selain itu antena mikrostrip memiliki beberapa kelemahan seperti *bandwidth* yang kecil, *gain* yang kecil dan efisiensi yang rendah. Antena mikrostrip terdiri dari 3 elemen, yaitu peradiasi (*patch*), *ground plane* dan substrat. Bagian *patch* berfungsi untuk meradiasi gelombang elektromagnetik ke udara. Bagian substrat berfungsi sebagai

media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan ke daerah di bawah *patch*. Bagian *ground plane* berfungsi sebagai reflector atau memantulkan sinyal ke arah yang tidak diinginkan.

C. MULTIPLE INPUT MULTIPLE OUTPUT (MIMO)

MIMO adalah teknologi yang menggunakan lebih dari satu antena pada sisi pemancar dan sisi penerima. Teknologi ini menggunakan sejumlah M antena pemancar dan sejumlah N antena penerima. Sehingga sering ditulis dengan penulisan MIMO M x N.

MIMO sudah digunakan dalam teknologi komunikasi tanpa kabel karena dapat mengirimkan informasi yang sama dari dua atau lebih pemancar ke penerima, sehingga dapat mengurangi kemungkinan informasi yang hilang dibandingkan dengan pemancar tunggal [10].

D. Mutual Coupling

Mutual Coupling adalah energi yang diberikan oleh antena lain dengan jarak yang berdekatan sehingga energi yang dipancarkan diterima antena lain yang seharusnya tidak ditujukan kepada antena tersebut pada saat antena pemancar dan penerima sedang bekerja [9]. *Efek mutual coupling* akan menurunkan performa sistem antena MIMO. Ada banyak cara untuk mengurangi *mutual coupling* pada antena MIMO seperti menjaga jarak antar elemen untuk tidak berdekatan sehingga efek *mutual coupling* akan menurun.

E. Defected Ground Structure (DGS)

Defected Ground Structure (DGS) adalah sebuah metode yang sering digunakan untuk menekan gelombang permukaan dengan cara menghilangkan (etch) sebagian bidang *ground* [5]. DGS inilah yang akan mengubah karakteristik transmisi dari antena yang berujung pada peningkatan keefektifan kapasitansi dan induktansi antena mikrostrip tersebut. Dalam penelitian ini akan dicari hasil yang optimal dari penerapan DGS berbentuk *dumble* dengan cara menentukan posisi dan ukuran yang tepat. DGS digunakan untuk mengurangi nilai *mutual coupling* pada antena mikrostrip.

F. Array

Antena *array* adalah antena yang terdiri dari beberapa susunan antena yang sama. Sinyal dari antena *array* diproses atau digabung untuk meningkatkan kinerja dari suatu antena. Tujuan dari pembuatan antena secara *array* yaitu untuk meningkatkan *gain* antena, meningkatkan *directivity* antena dan mengarahkan daya pancar menuju sektor yang diinginkan.

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

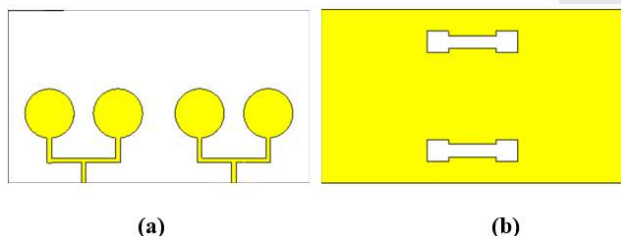
Spesifikasi	Deskripsi
Frekuensi Kerja	3,5 GHz
Gain	> 3
Mutual Coupling	< -20 dBi
Bentuk Patch	Circular

B. Perhitungan Dimensi Antena

Berikut adalah parameter hasil optimasi dan perhitungan antena MIMO 2x2 array menggunakan metode DGS pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Dimensi Antena

Parameter	Nilai (mm)	Nama Parameter
Parameter	Nilai	Keterangan
a	11,45 mm	Jari-jari <i>patch</i>
wg	140 mm	Lebar <i>ground plane</i>
lg	80 mm	Panjang <i>ground plane</i>
wf	2,1 mm	Lebar <i>feed line</i>
lf	9,6 mm	Panjang <i>feed line</i>
h	1,6 mm	Tebal substrat
t	0,035 mm	Tebal konduktor
r	9 mm	Jarak antar <i>patch</i>
wf2	1,8 mm	Lebar 70 Ohm
i	22 mm	Panjang <i>dumble</i>
p	6	Lebar <i>dumble</i>
z	10	Kotak <i>dumble</i>
y	40	Jarak antar <i>dumble</i>



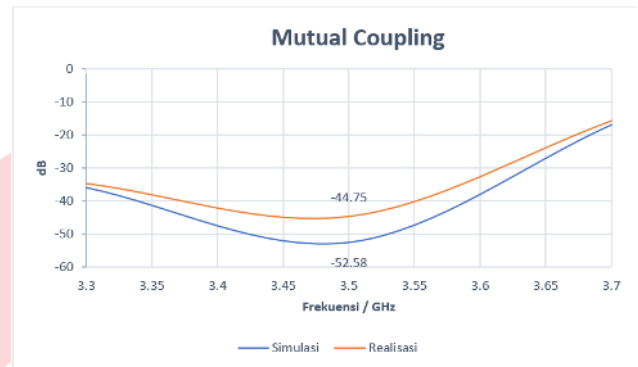
Gambar 3. 1 Rancangan antena MIMO 2x2 array metode DGS (a) Tampak Depan (b) Tampak Belakang

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 antena sesuai pengukuran.



Gambar 4. 1 S-Parameter hasil simulasi dan pengukuran

Sparameter adalah perbandingan antara amplitudo gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirim. Besarnya nilai *mutual coupling* dipengaruhi dari jarak antar elemen antena. Nilai *mutual coupling* yang bagus adalah ≤ -20 dB, jika nilai *mutual coupling* semakin kecil dari ≤ -20 dB maka antena akan semakin bagus. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa antena yang direalisasikan memiliki nilai *mutual coupling* sebesar -44,75 pada frekuensi 3,5 GHz dan pada simulasi memiliki nilai sebesar -52,58. Hasil yang didapatkan masih sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

B. Hasil Pengukuran Gain

Untuk perbandingan *gain* akan kita lihat dari hasil simulasi dan realisasi antena sesuai pengukuran.

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran dan simulasi *Gain*

Frekuensi (GHz)	Gain Pengukuran (dBi)	Gain Simulasi (dBi)
3,5	4,142	4,696

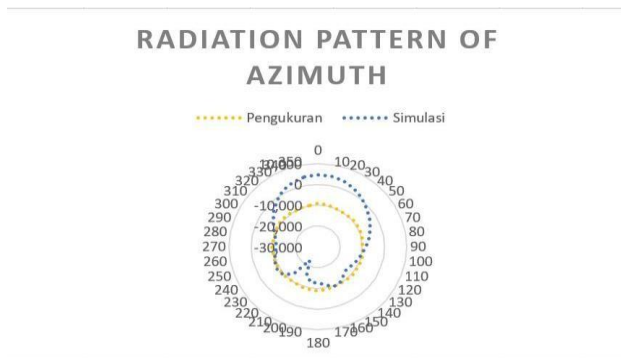
Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap pengukuran dan kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Pada Tabel 4.1 terlihat bahwa nilai *gain* simulasi berbeda dengan pengukuran. Selain karena faktor antena, lingkungan pengukuran *gain* tidak ideal sehingga menyebabkan sedikit refleksi gelombang saat dilakukan pengukuran.

C. Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Untuk perbandingan pola radiasi akan kita lihat dari hasil simulasi menggunakan desain dan realisasi antena sesuai pengukuran. Pengukuran pola radiasi dilakukan dalam 2 arah,

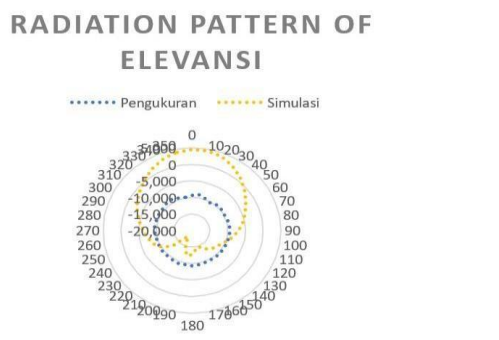
yaitu azimuth dan elevasi. Pola radiasi merupakan bentuk grafis sebagai fungsi arah yang menggambarkan sifat radiasi suatu antena. Berikut konfigurasi pengukuran pola radiasi yang didapatkan:

Pola Radiasi dengan phi 0°



Gambar 4. 2 Pola Radiasi Azimuth

Pola Radiasi dengan phi 90°



Gambar 4. 3 Pola Radiasi Elevasi

Hasil dari pola radiasi antena 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 “Perancangan Dan Realisasi Antena MIMO 2x2 Patch Circular Menggunakan Metode Defected Ground Structure (DGS) Untuk Meningkatkan Gain Dan Memperkecil Mutual Coupling”. Dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Antena MIMO 2x2 array dengan tambahan metode DGS yang dirancang dan direalisasikan telah memenuhi spesifikasi pada frekuensi 3,5 GHz.

2. Metode penambahan DGS yang dilakukan berhasil untuk meningkatkan nilai *Mutual Coupling* sebesar -18,32 dbi di frekuensi 3,5 GHz.
3. Metode penambahan array dengan DGS yang dilakukan berhasil untuk meningkatkan nilai *gain* sebesar 1,749 dbi di frekuensi 3,5 GHz.
4. Perbedaan hasil dari simulasi dan pengukuran dikarenakan yaitu fabrikasi yang tidak ideal dan alat pengukuran perlu pembaruan.

REFERENSI

- [1] Itu-r, “Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s) M Series Mobile, radiodetermination, amateur and related satellite services,” 2017. [Online]. Available: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>
- [2] J. Haidi, “Desain Atena Mikrostrip Bentuk Lingkaran Menggunakan Metode Pencatuan Langsung dan Slot Untuk Antena 5G,” *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, vol. 1, no. 2, pp. 35–40, 2018, doi: 10.36085/jsai.v1i2.16.
- [3] A. K. Muhidin, H. Madiawati, Y. Sulaeman, J. T. Elektro, and N. Bandung, “Prosiding The 11 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung,” 2020.
- [4] N. Network, “5G masterplan – five keys to create the new communications era,” Nokia Networks white paper 5G masterplan, 2016.
- [5] M. K. Arjmandi, “5G Overview: Key Technologies Meisam Khalil Arjmandi 2.1 Why 5G?,” 2016.
- [6] Z. Dong, “Up in the air with 5G F-OFDM, SCMA, and Polar Code are the three key technologies that underpin Huawei’s 5G new air interface concept. F-OFDM is a basic waveform technology that supports a unified air interface and uses flexible numerologies to enable radio slicing.

SCMA and Polar Code increase the number of connections, reliability, and spectral efficiency,” 2016.

[7] U. Surtia Zulpratita, “KUNCI TEKNOLOGI 5G,” 2018.

[8] A GSA White Paper Input with Huawei, “5G-Oriented Indoor Digitalization Solution White Paper,” 2017.

[9] C. A. Balanis, “ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN FOURTH EDITION,” New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2016.

[10] I. Y. Kelly and Y. Zheng, “Base station antenna selection for LTE networks,” 2017

