JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 6, No. 2, Desember 2021, Hal. 175-182
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristek/BRIN, Nomor SK: 85/M/KPT/2020
DOI: 10.31544/jtera.v6.i2.2021.175-182
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Antena Mikrostrip *Rectangular Array* 4x2 Elemen dengan Metode *Inset Feed* pada Frekuensi 3,5 GHz untuk Aplikasi 5G

Hanny Madiawati[#], Asep Barnas Simanjuntak
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir,Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia
[#]hannymadiawati@polban.ac.id

Abstrak

Pemenuhan kebutuhan pengguna dalam sistem komunikasi untuk menunjang kegiatan sehari-hari semakin meningkat, sehingga membuat perkembangan teknologi bidang telekomunikasi pun berkembang semakin pesat. Semakin besarnya kebutuhan pengguna dalam sistem telekomunikasi di era sekarang membuat kebutuhan transmisi data pun harus semakin cepat dengan *bandwidth* yang lebar. Oleh karena itu, hadir teknologi 5G yang bertujuan untuk menyempurnakan generasi-generasi pendahulunya dan diharapkan dapat mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu perangkat penting untuk penunjang kinerja jaringan 5G ini adalah antena yang memiliki *bandwidth* dan *gain* yang cukup besar. Pada penelitian ini telah direalisasikan antena mikrostrip menggunakan metode *array* dengan konfigurasi 4x2 dan metode *inset feed* pada pencatuan antena untuk aplikasi 5G menggunakan material dielektrik FR4 *Epoxy*. Desain antena ini menggunakan metode *array* guna meningkatkan nilai *gain* dan juga menggunakan metode pencatuan *inset feed* guna mempermudah dalam *matching impedance*. Antena ini dibuat pada aplikasi 5G ini berhasil direalisasikan dan mampu bekerja pada frekuensi 3,5 GHz, *bandwidth* 100 MHz pada return loss 10dB, dan *gain* lebih besar dari 9 dB.

Kata kunci: antena, mikrostrip, *array*, *inset feed*, 5G

Abstract

The fulfillment of user needs in communication systems to support daily activities is increasing, thus making the development of technology in the telecommunications sector grow more rapidly. The greater the needs of users in telecommunications systems in the current era, the need for data transmission must also be faster with a wide bandwidth. Therefore, 5G technology is present which aims to perfect its predecessor generations and is expected to overcome these problems. One of the important devices to support the performance of this 5G network is an antenna that has a fairly large bandwidth and gain. In this research, a microstrip antenna has been realized using the array method with a 4x2 configuration and the inset feed method for antenna feeding for 5G applications using FR4 Epoxy dielectric material. This antenna design uses the array method to increase the gain value and also uses the inset feed method to make it easier to match impedance. This antenna was made in this 5G application and is successfully realized and is able to work at a frequency of 3.5 GHz, a bandwidth of 100 MHz at a return loss of 10dB, and a gain greater than 9 dB.

Keywords: *antenna, microstrip, array, inset feed, 5G*

I. PENDAHULUAN

Teknologi jaringan terus menerus mengalami berbagai perubahan, baik perubahan yang kecil hingga perubahan yang *massive* sekalipun. Permintaan dan kebutuhan layanan data yang cepat sangat diperlukan di era sekarang. Spesifikasi yang sangat penting dalam setiap generasi teknologi jaringan yaitu kecepatan transmisi data dan *latency* [1]. Teknologi 5G menjadi generasi yang paling baru dengan spesifikasi yang jauh lebih baik dari generasi sebelumnya. The World Radiocommunication Conference (WRC) tidak menentukan frekuensi tertentu yang akan digunakan, namun terdapat kesamaan untuk

Diterima: 21 April 2021; Direvisi: 28 Mei 2021; Disetujui: 10 Juni 2021
JTERA, Vol. 6, No. 2, Desember 2021

© 2021 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

peluncuran 5G di Eropa dan Asia bahwa akan menggunakan spektrum frekuensi 3.5 GHz termasuk Indonesia. Frekuensi ini ideal untuk dikembangkan untuk layanan pada daerah perkotaan dengan kebutuhan kinerja trafik data yang tinggi [2], [3]. Kecepatan *download* 5G diprediksi dapat meningkat secara signifikan dibandingkan dengan 4G. Dewasa ini teknologi telekomunikasi banyak yang menggunakan komukasi *wireless* termasuk jaringan 5G. Masalah yang sering terjadi pada komunikasi *wireless* antara *Base Transceiver Station* (BTS) dengan *mobile station* yaitu rendahnya *power receive* sehingga berdampak pada *throughput* yang semakin rendah [4]. Hal ini diakibatkan oleh *gain* antena yang rendah. Antena yang digunakan pada teknologi 5G harus mempunyai karakteristik yang handal dan spesifikasi yang mumpuni sehingga transmisi data dapat berjalan dengan baik.

Salah satu jenis antenna yang dapat digunakan adalah antena mikrostrip. Antena ini memiliki karakteristik *gain* yang rendah. Namun untuk meningkatkan *gain* bisa dilakukan dengan menggunakan metode *array* [5], teknik *parasitic* [6], [7], dan *proximity coupling* [8], [9]. Terdapat beberapa antena mikrostrip yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode *array* [10], [11]. Akan tetapi *gain* yang dihasilkan masih memiliki nilai di bawah 9 dB [12], [13]. Dengan demikian, hasil ini masih dapat ditingkatkan kembali dengan menambahkan jumlah *patch*. Untuk mendapatkan *matching impedance* yang lebih baik, maka solusi yang dapat dilakukan adalah dengan digunakan metode pencatuan *inset feed* seperti yang dilakukan pada penelitian [14] dan [15].

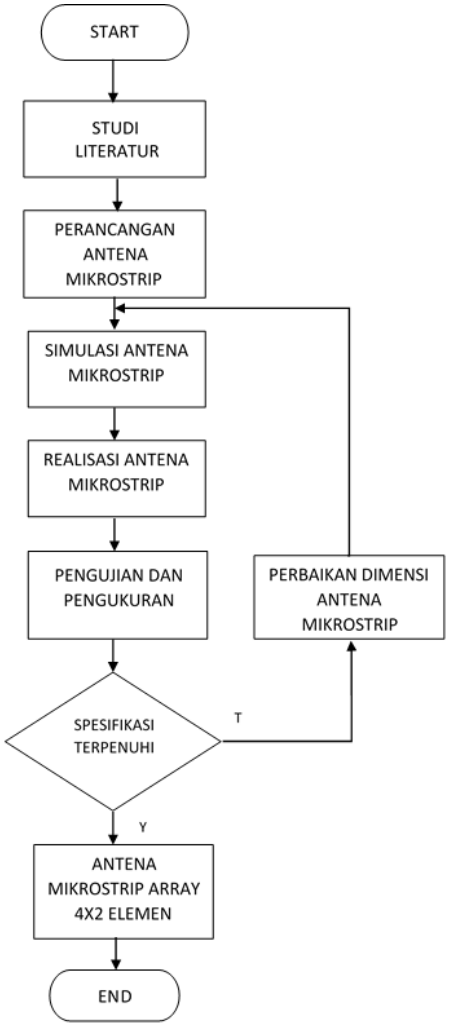
Pada penelitian ini, telah dirancang dan diralisasikan sebuah antena mikrostrip *array* dengan konfigurasi 4x2 yang disusun secara *planar* dengan bentuk patch *rectangular* dan digunakan pada frekuensi 5G dengan band frekuensi 3,56-3,66 GHz. Tujuan dari penelitian ini adalah, pertama, melakukan simulasi mikrostrip *patch rectangular array* dengan konfigurasi 4x2 yang digunakan untuk aplikasi 5G. Kedua, melakukan realisasi antena dengan menggunakan substrat FR4 *Epoxy*. Ketiga, melakukan pengujian parameter yang telah ditentukan sesuai spesifikasi dan melakukan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran dari hasil yang diperoleh.

II. METODE PENELITIAN

Perancangan antena dilakukan dalam beberapa tahapan yang dimaksudkan agar perancangan dapat dilaksanakan secara sistematis. Adapun tahapan perancangan yang dilakukan dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

A. Perancangan Perangkat Keras

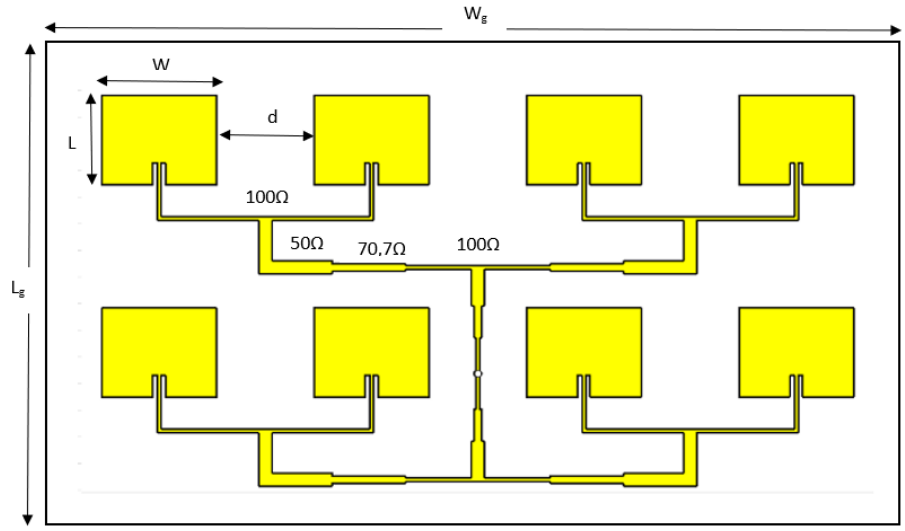
Pada tahap ini, pertama yang dilakukan adalah menentukan frekuensi kerja yang akan digunakan pada antena. Dalam hal ini *band* frekuensi kerja yang akan digunakan yaitu 3,56-3,66 GHz. Langkah selanjutnya yaitu memilih jenis *patch* yang akan digunakan. Setelah itu langkah berikutnya yaitu menentukan dimensi-dimensi pada antena dengan cara mengitungnya menggunakan formula yang ada sesuai dengan dpesifikasi pada Tabel 1 dengan konfigurasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



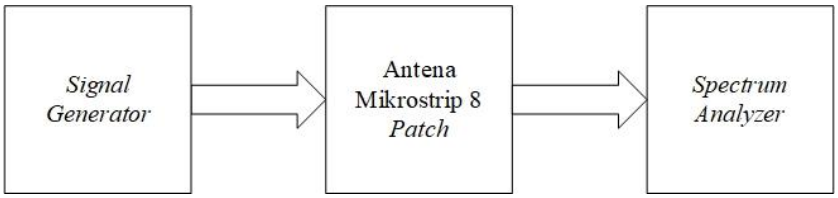
Gambar 1. Diagram alir perancangan dan realisasi antena

Tabel 1. Spesifikasi antena mikrostrip *array*

Parameter	Nilai
Frekuensi (GHz)	3,56-3,66
Bandwidth (MHz)	100
Return Loss (dB)	≥ 10
Gain (dB)	> 9



Gambar 2. Antena *array* konfigurasi 4x2 elemen



Gambar 3. Blok diagram sistem

Substrat yang menjadi pilihan dalam penelitian ini adalah FR4 *Epoxy*. *Substrat* ini merupakan bahan yang populer dan mudah diperoleh di pasaran. Karakteristik *substrat FR4* Epoxy yang digunakan adalah permitivitas relatif dielektrik (ε_r) 4,4, ketebalan dielektrik (h) 1,6 mm, ketebalan konduktor (t) 0,035 mm, dan *tangent loss* 0,024.

Setelah dilakukan perancangan, untuk tahapan realisasi dan pengujian dilakukan seperti blok diagram yang ditunjukkan Gambar 3. Perangkat yang digunakan adalah *signal generator*, antena mikrostrip yang dirancang, dan *spectrum analyzer*. Gelombang sinyal akan dihasilkan dari *signal generator* kemudian diterima oleh antena mikrostrip *array* dengan jumlah elemen peradiasi sebanyak 8 buah, kemudian parameternya akan diukur menggunakan *spectrum analyzer*.

B. Perhitungan Dimensi Antena

Sebelum melakukan proses simulasi, dilakukan proses perhitungan dimensi *patch*, *microstrip line*, *groundplane*, dan jarak antar elemen dengan menggunakan persamaan yang merujuk pada [16]. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan lebar *patch* (W)

$$W = \frac{c}{2\,fc}\sqrt{\frac{2}{\varepsilon r+1}} \qquad (1)$$

2. Perhitungan panjang *patch* (L)

$$\varepsilon_{reff} = \frac{\varepsilon r+1}{2} + \frac{\varepsilon r-1}{2}\left(\left[1+\frac{12h}{W}\right]^{-1/2}\right) \qquad (2)$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412\,\frac{(\varepsilon reff+0.3)\left(\frac{W}{h}+0.264\right)}{(\varepsilon reff-0.258)\left(\frac{W}{h}+0.8\right)} \qquad (3)$$

$$L = \frac{c}{2\,fc\sqrt{\varepsilon reff}} - 2\Delta L \qquad (4)$$

$$d = \frac{\lambda_o}{4} \qquad (5)$$

3. Perhitungan saluran *microstrip line*

$$\frac{Wf1}{h} = \frac{8e^{A}}{e^{2A}-2} \qquad (6)$$

dimana

$$A = \frac{Z_0}{60}\sqrt{\frac{\varepsilon r+1}{2}} + \frac{\varepsilon r-1}{\varepsilon r+1}\left(0{,}23 + \frac{0{,}11}{\varepsilon r}\right) \qquad (7)$$

4. Perhitungan *groundplane*

Lebar:

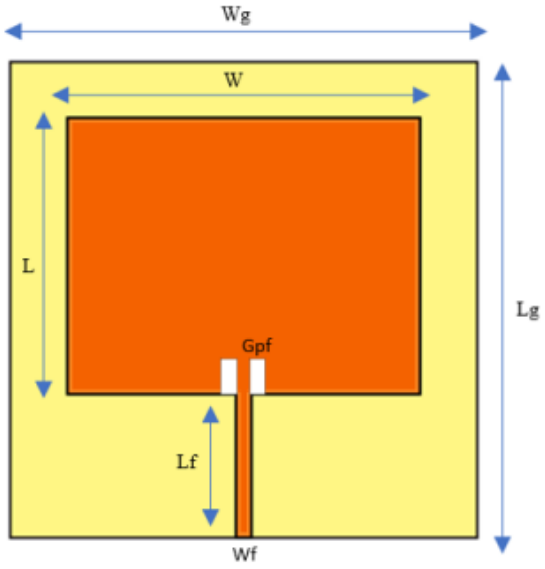
$$Wg = 6h + 4W \qquad (8)$$

Panjang:

$$Lg = 6h + 2L \qquad (9)$$

Tabel 2. Dimensi antena hasil perhitungan

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
W	25,2513	Lebar *patch*
L	19,266	Panjang *patch*
Wg	173,98	Lebar *groundplane*
Lg	82,226	Panjang *groundplane*
d	25,125	Jarak antar elemen
y_0	8,56	Panjang *inset feed*
x_0	1,25	Lebar *inset feed*



Gambar 4. Dimensi antena mikrostrip

5. Perhitungan *inset feed*
   Panjang:

$$G_1 = \frac{1}{90}\left[\frac{W}{\lambda_o}\right]^2 \quad (10)$$

$$R_{in} = \frac{1}{2G_1} cos^2\left(\frac{\pi}{L} y_0\right) \quad (11)$$

   Lebar:

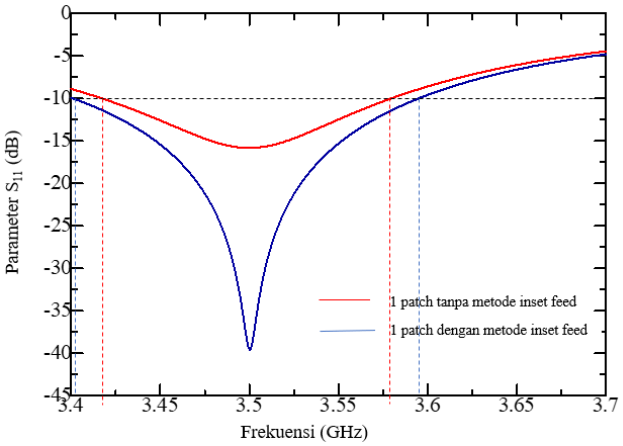
$$x_0 = \frac{L}{\pi} cos^{-1}\sqrt{\frac{Zo}{R_{in}}} \quad (12)$$

Hasil perhitungan dimensi antena secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan dimensi antenna yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.

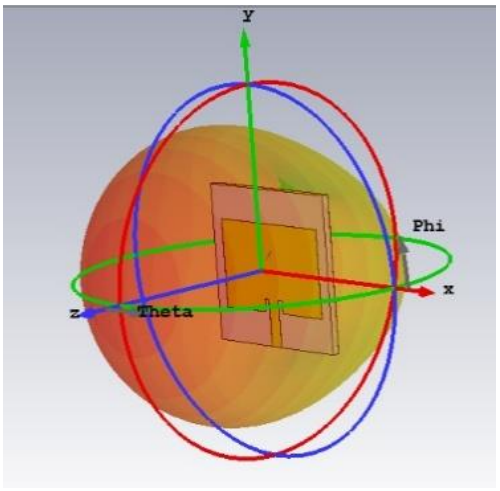
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi

Sebelum direalisasikan terlebih dahulu dilakukan simulasi untuk melihat parameter yang dihasilkan. Sebelumnya berikut hasil parameter S_{11} untuk antena 1 *patch* tanpa menggunakan metode *inset feed* dan menggunakan metode *inset feed* pada frekuensi 3,5 GHz dapat dilihat pada Gambar 5 dengan *gain* yang ditampilkan pada Gambar 6.



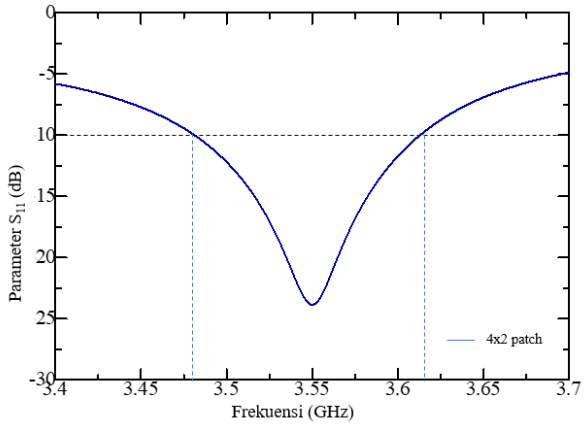
Gambar 5. Perbandingan parameter S_{11} 1 *patch* hasil simulasi



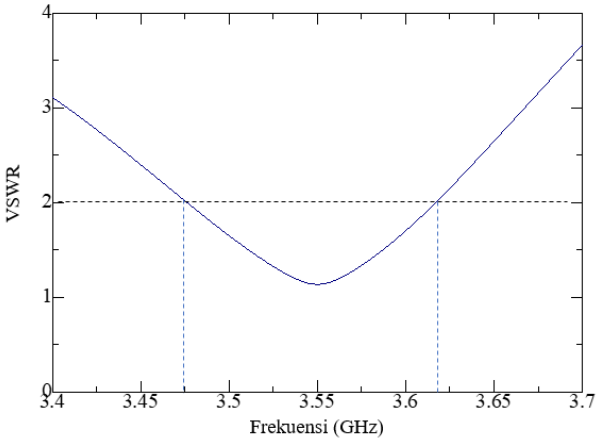
Gambar 6. *Gain* 1 *patch* hasil simulasi

Parameter yang diamati yaitu *return loss*, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), pola radiasi, dan *gain* antena mikrostrip seperti yang ditunjukan Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9. Parameter tersebut adalah tolak ukur dalam mengetahui kinerja antena sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Seperti pada Gambar 5, hasil simulasi antena 1 *patch* diperoleh nilai *bandwidth* untuk yang tanpa metode *inset feed* 160 MHz, sedangkan dengan menggunakan metode *inset feed* 190,5 MHz. Berdasarkan perbandingan ini diperoleh kenaikan *bandwidth* sebesar 19,06% dengan mengunakan *inset feed* dan dalam hal *matching inpedance* diperoleh hasil lebih baik. Berdasarkan Gambar 6, hasil simulasi menunjukkan antena 1 *patch* metode *inset feed* ini diperoleh gain 3,762 dB.



Gambar 7. *Return loss* hasil simulasi

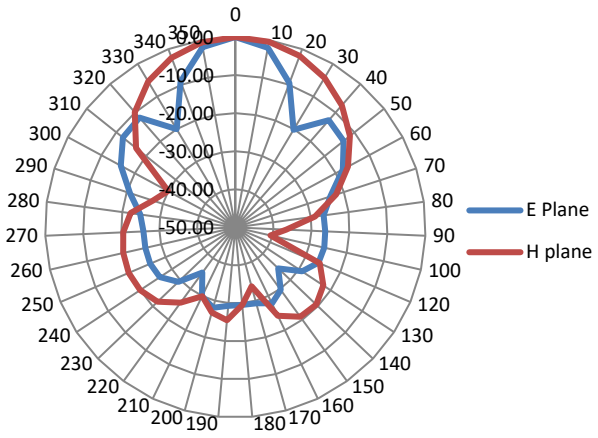


Gambar 8. VSWR hasil simulasi

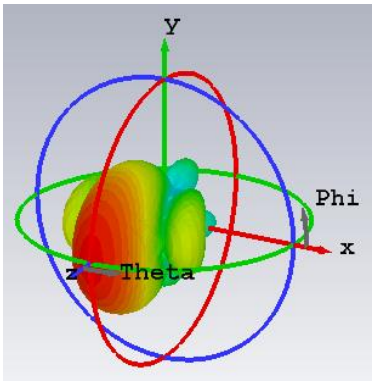
Berdasarkan Gambar 7, hasil simulasi menunjukkan antena ini bekerja pada *band* 3,48-3,61 GHz dengan *bandwidth* sebesar 130 MHz. Nilai VSWR yang dihasilkan dalam simulasi antena mikrostrip 8 elemen adalah 1,13 pada frekuensi 3,55 GHz seperti pada Gambar 8. Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 9, pola radiasi antena mikrostrip 8 elemen dengan metode *inset feed* ini adalah jenis pola radiasi *unidirectional*. Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 10, *gain* antena mikrostrip 8 elemen diperoleh sebesar 10,47 dB dan sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

B. Realisasi dan Pengujian

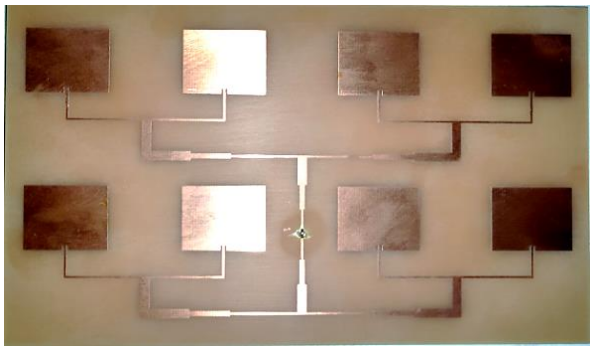
Setelah memperoleh data simulasi karakteristik antena mikrostrip 4x2 *patch* dengan metode *inset feed* ini, selanjutnya dilakukan realisasi antena dengan melakukan pencetakan dan kemudian dilakukan pengujian langsung dengan melakukan pengukuran *return loss*, VSWR, pola radiasi, dan *gain*. Adapun hasil realisasi antena dapat dilihat pada Gambar 11 untuk tempak depan dan Gambar 12 untuk tempak belakang.



Gambar 9. Pola radiasi hasil simulasi



Gambar 10. *Gain* 8 elemen hasil simulasi



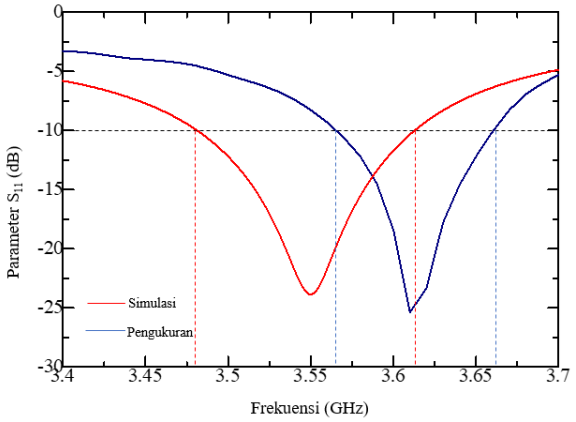
Gambar 11. Antena mikrostrip 4x2 *patch* tampak depan



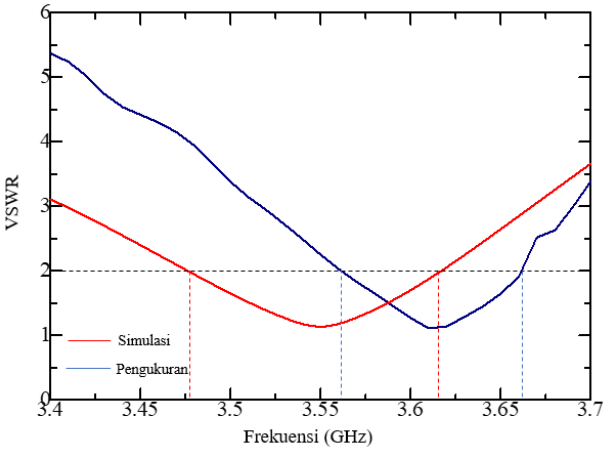
Gambar 12. Antena mikrostrip 4x2 *patch* tampak belakang

Gambar 13 dan Gambar 14 menunjukkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran parameter antena *return loss* dan VSWR. Gambar 13 menunjukkan hasil pengukuran *return loss* dimana *band* frekuensi antena yang diperoleh adalah 3,56-3,66 GHz dengan *bandwidth* sebesar 100 MHz. Dari perbandingan hasil simulasi dan pengukuran diperoleh penurunan terhadap *bandwidth* dan pergeseran band frekuensi. Hal ini bisa terjadi karena nilai εr yang ada di simulasi dan saat pabrikasi berbeda. Untuk hasil pengujian pola radiasi ditunjukkan pada Gambar 15.

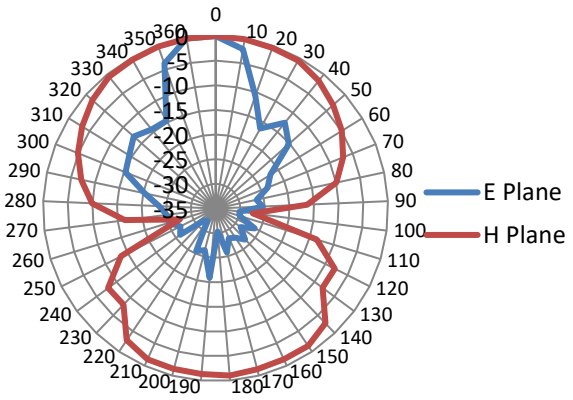
Adapun perbandingan antara spesifikasi yang hendak dicapai, hasil simulasi, dan hasil pengujian, dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan perbandingan diperoleh bahwa baik simulasi maupun eksperimen diperoleh parameter antena sesuai dengan spesifikasi yang dihendaki.



Gambar 13. *Return loss* hasil simulasi dan pengujian



Gambar 14. VSWR hasil simulasi dan pengujian



Gambar 15. Pola radiasi hasil pengujian

Tabel 3. Perbandingan spesifikasi, hasil simulasi, dan hasil pengujian

Parameter	Spesifikasi	Hasil simulasi	Hasil pengujian
Frekuensi (GHz)	3,56-3,66	3,48-3,61	3,56-3,66
Bandwidth (MHz)	≥ 100	130	100
Return loss (dB)	≥ 10	23,84	25,13
Gain (*dB*)	> 9	10,47	9,4

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan desain dan realisasi antena mikrostrip *rectangular array* 4x2 elemen dengan metode *inset feed* untuk aplikasi 5G. Hasil simulasi satu elemen diperoleh *bandwidth* sebesar 190,5 MHz sedangkan hasil simulasi desain 4x2 elemen menunjukkan antena memiliki *bandwidth* sebesar 130 MHz sehingga terjadi penurunan *bandwidth* sebesar 31,7%. Untuk hasil pengujian secara langsung menunjukkan antena memiliki *bandwidth* sebesar 100 MHz. Kemudian diperoleh nilai *gain* pada hasil simulasi satu elemen sebesar 3,672 dB sedangkan hasil simulasi 4x2 elemen sebesar 10,47 dB sehingga terjadi kenaikan gain sebesar 185,13%. Untuk hasil pengukuran diperoleh nilai *gain* sebesar 9,4 dB. Hasil dari simulasi baik pengukuran untuk parameter pola radiasi pun sudah sesuai yaitu diperoleh pola radiasi jenis *unidirectional*.Untuk penelitian selanjutnya, akan dilakukan relaisasi antena dengan metode *proximity couple* untuk memperlebar *bandwidth*.

REFERENSI

[1] M. R. Sumpena, H. Madiawati, and Elisma, "Desain Antena Susun Mikrostrip Rectangular Patch 4x2 Untuk Aplikasi 5G", *Prosiding 11th IRWNS*, vol. 11, no. 1, 2020.

[2] H. U. Mustakim, "Tantangan Implementasi 5G di Indonesia", *Journal of Information Technology: INTEGER*, vol. 4, no. 2, pp. 1-10, 2019.

[3] D. Paragya and H. Siswono, "3.5 GHz Rectangular Patch Microstrip Antenna with Defected Ground Structure for 5G", *Jurnal Elkomika*, vol. 8, no. 1, pp. 31-42, 2020.

[4] O. S. Baskoro, I. P. Ardana, and P. K. Sudiarta, "Karakterisasi Antena Susun Mikrostrip Patch Sirkular untuk Komunikasi Long Term Evolution Frekuensi 1,8 Ghz", *Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi*, no.10, pp. 37-42, 2018.

[5] S. Alam and R. F, Nugroho, "Perancangan Antena Mikrostrip Array 2x1 Untuk Meningkatkan Gain Untuk Aplikasi LTE Pada Frekuensi 2,3 GHz", *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 07, no. 28, pp. 365-378, 2018.

[6] E. Y. D. Utami, C. Prabelia, F. D. Setiaji, Y. Wahyu, "Peningkatan Gain dengan Teknik Multilayer Parasitic pada Perancangan Antena Mikrostrip Persegi Panjang 2,4 GHz", *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 72-78, 2019.

[7] H. Satow, E. Nishiyama, and I. Toyoda, "Gain enhancement of a dual feed microstrip array antenna using parasitic elements," *International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)*, pp. 1-4, 2015.

[8] A. Akbar, S. Alam, I. Surjati, "Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 GHz) Array dengan Teknik Pencatu Proximity Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi", *Jurnal Sistem Kendali Tenaga Elektronika Telekomunikasi Komputer (Setrum)*, vol. 6, no. 2, pp. 215-224, 2017.

[9] S. Saxena and N. Saxena, "Proximity Coupled Microstrip Patch Antenna for Gain Enhancement," *International Conference on Advances in Computing, Communication & Materials (ICACCM)*, 2020, pp. 423-426.

[10] Y. Yusfarino and E. Safrianti, "Simulasi Antena Mikrostrip *H-Shaped Planar Array* 4 Elemen Menggunakan *Circular Slot* Dengan Pencatuan *Microstrip Line* Untuk Aplikasi CPE FIXED WIMAX Pada Frekuensi 3,5 GHz (3,4-3,6 GHz)", *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 1, pp. 1-10, 2017.

[11] H. Madiawati and A. B, Simanjuntak, "Desain dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array dengan Slit pada Frekuensi 2620-2690 MHz untuk Aplikasi LTE", *Jurnal Teknik*, vol. 19, no. 2, pp. 110-119, 2020.

[12] N. Putri, "Realisasi Antena Susun Mikrostrip *RectangularPatch* 2x4 Pada Frekuensi 2,7 GHz – 2,9 GHz Untuk Aplikasi Radar Cuaca", *Politeknik Negeri Bandung*, Bandung, 2018.

[13] Y. Christyono, I. Santoso, and R. D. Cahyo, "Perancangan Antena Mikrostrip *Array* Pada Frekuensi 850 MHz", *Jurnal e-ISSN 2407–6422*, vol. 18, no. 2, pp. 2407-6422, 2016.

[14] P. A. Darmawan, L. O. Nur, and H. Wijayanto, "Antena Mikrostrip Array 1×4 Inset-Fed Patch Persegi Untuk Wifi 2,4 Ghz Access Point", *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 321-330, 2018.

[15] F. Rizqa, D. Arseno, and T. Yunita, "Analisis dan Desain Antena Mikrostrip untuk Komunikasi Satelit pada Frekuensi Ka-Band", *Jurnal Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunication, Electricals, and Controls (AVITEC)*, vol. 2, no. 1, pp.1-12, 2020.

[16] C. A. Balanis, "*Antenna Theory : Analysis and Design", fourth edition, Jhon Wiley & Sons, Inc,* Publisher, New Jersey, 2015.