

Rancang Bangun dan Implementasi Antena *Mikrostrip Array* 1x8 Elemen Patch Rectangular untuk Aplikasi WLAN

Fahmi Dian Nugroho¹, Novalia Pertiwi^{2,*}, Joni³, Sitronella Nurfitriani Hasim⁴, Muhammad Rizky Hikmatullah⁴

^{1,2,4,5}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

³Program Studi Rekayasa Instrumentasi Automasi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera
Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

¹fahmidian490@yahoo.co.id

^{2*}novalia.pertiwi@tt.itera.ac.id

³joni@ia.itera.ac.id

⁴sitronella.hasim@tt.itera.ac.id

Intisari — Penelitian ini membahas tentang rancang bangun dan implementasi antena *microstrip array* dengan 8 elemen *patch rectangular* untuk aplikasi WLAN (Wireless Local Area Network) dengan frekuensi kerja 2.4 GHz. Parameter yang menjadi keunggulan dari antenna ini berfokus pada peningkatan gain antenna. Konfigurasi Array dipilih karena mampu menaikkan gain dari antenna terutama untuk aplikasi WLAN. Antena tersebut tersusun atas *patch* yang berbentuk persegi dengan menggunakan teknik pencatutan *insert-feed*. Pada bagian *substrate* menggunakan material FR-4 epoxy, dengan nilai konstanta dielektrik 4.4. Setelah desain antenna dengan elemen tunggal bekerja sesuai kriteria yang diinginkan, kemudian antenna tersebut akan disusun menjadi array 1x8. Setelah proses perancangan, desain antenna di fabrikasi dan dilakukan pengukuran menggunakan *Signal Generator* dan *Vector Network Analyzer (VNA)*. Parameter antenna yang dianalisis adalah *return loss*, *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, *bandwidth*, gain dan pola radiasi. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai *return loss* -18.13 dB, *bandwidth* 55 MHz, VSWR 1.28, impedansi 58.5 Ω , pola radiasi *directional*, dan gain 6.81 dB. Hasil pengukuran antenna yang diperoleh menunjukkan kesesuaian dengan hasil simulasi. Kinerja antenna juga dievaluasi melalui pengukuran praktis menggunakan perangkat pengujian *Radio Frequency (RF)*, dan hasil pengukuran juga menunjukkan kesesuaian yang cukup baik dengan simulasi. Hasil ini menunjukkan bahwa desain antena *microstrip array* dengan 8 elemen *patch rectangular* berhasil dirancang dan direalisasikan dengan baik.

Kata kunci — Antena *Microstrip*, *Return loss*, impedansi, pola radiasi dan *Gain*.

Abstract — This research discusses designing and implementing a microstrip antenna array with eight rectangular patch elements for wireless local area network applications with a working frequency of 2.4 GHz. The parameters that are the advantage of this antenna focus on increasing the antenna gain. The Array configuration was chosen because it is able to increase the gain of the antenna, especially for WLAN applications. The antenna is composed of square patch using an insert-feed distribution technique. The substrate uses FR-4 epoxy material, with a dielectric constant value of 4.4. After the single element antenna design works according to the desired criteria, then the antennas will be arranged into a 1x8 array. After the design process, the antenna design is fabricated and measurements are carried out using a Signal Generator and Vector Network Analyzer (VNA). The analyzed antenna parameters are return loss, Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), bandwidth, gain and radiation pattern. Based on the measurement results, the return loss value was -18.13 dB, bandwidth 55 MHz, VSWR 1.28, impedance 58.5 Ω , directional radiation pattern, and gain 6.81 dB. The antenna measurement results obtained indicate a similarity with the simulation results. The performance of the antenna was also evaluated through practical measurements using a Radio Frequency (RF) testing device, and the measurement results also indicate a similarity with the simulation results. These results show that the microstrip array antenna design with 8 rectangular patch elements was successfully designed and realized well.

Keywords — Microstrip Antenna, Return loss, Radiation Pattern and Gain.

I. PENDAHULUAN

Dalam era komunikasi modern yang berkembang dengan sangat cepat, terbukti dengan peralihan dari komunikasi menggunakan kabel ke teknologi tidak

menggunakan kabel (nirkabel). Contoh jaringan nirkabel adalah WiFi, WLAN, dan WiMax yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. WLAN adalah singkatan dari *Wireless Local Area Network*, yang merupakan sebuah jaringan komunikasi nirkabel yang

menghubungkan perangkat elektronik dalam area lokal seperti rumah, kantor, atau gedung menggunakan gelombang radio.

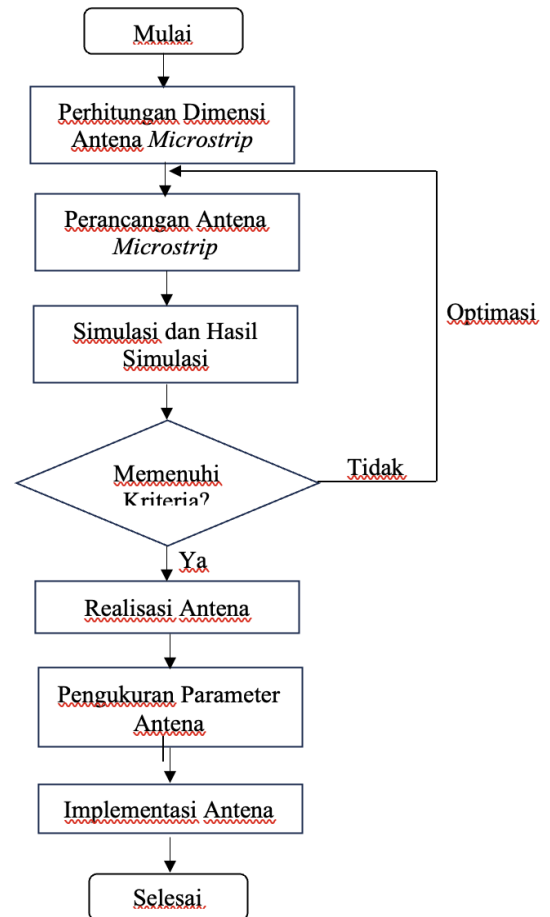
Untuk berkomunikasi antar perangkat, WLAN menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi, sehingga diperlukan antenna untuk dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena adalah perangkat yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal elektromagnetik dalam bentuk gelombang radio atau mikro gelombang, serta untuk menerima sinyal dari perangkat lain [1]. Antena mikrostrip adalah jenis antena yang terdiri dari jalur konduktif (strip) yang terletak di atas permukaan dielektrik yang datar. Antena ini sering digunakan dalam aplikasi nirkabel, komunikasi satelit, komunikasi seluler, dan berbagai sistem komunikasi lainnya. Antena *microstrip* terdiri dari beberapa yaitu lapisan *patch*, substrat dan *groundplane*.

Antena *microstrip* adalah antena yang banyak dilakukan penelitian dan digunakan untuk telekomunikasi terbaru salah satunya untuk jaringan WLAN karena memiliki beberapa kelebihan seperti bentuk yang sederhana dan mudah direalisasikan. Namun, memiliki kekurangan berupa *bandwidth* yang dihasilkan sempit, *gain* yang terbilang rendah, dan daya yang rendah.

Pada penelitian sebelumnya, perancangan dan realisasi Antena *Microstrip Inset-Feed* pada frekuensi 2,4 Ghz untuk aplikasi Wifi yang dilakukan oleh [2], pada penelitian tersebut menghasilkan *gain* yang rendah yaitu 2 dB. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh [3] penambahan jumlah elemen pada antena *microstrip* dapat meningkatkan *gain* yaitu sebesar 8,2 dB. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh [4], studi perbandingan bentuk *patch* lingkaran dan persegi panjang, terbukti *patch* persegi panjang mendapatkan hasil *gain* yang lebih baik. Dari beberapa penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa dengan menambahkan jumlah elemen pada antena *microstrip* maka dapat menghasilkan nilai *gain* yang tinggi, *bandwidth* yang lebar dan daya pancar yang tinggi.

Dalam penelitian ini dirancang antena

Microstrip array 8x1 Elemen *Patch rectangular* untuk Aplikasi WLAN dengan frekuensi kerja 2.4 GHz dengan metode penambahan 2 slot (*inset-Feed*) pada setiap elemen untuk menurunkan besarnya nilai *return loss*.



Gbr. 1 Diagram Alir Penelitian

II. METODE PENELITIAN

Berdasarkan Diagram Alir penelitian pada Gambar 1, proses perancangan antena *microstrip array* dimulai dengan menentukan target parameter-parameter yang diinginkan, melakukan perhitungan dimensi antena *microstrip*, dan mendesain antena *microstrip single* elemen menggunakan software CST studio 2011. Jika hasil simulasi belum mencapai target yang diinginkan maka dilakukan optimasi dengan mengubah dimensi agar mendapatkan hasil sesuai kriteria.

Langkah selanjutnya adalah mendesain antena *microstrip array* 8 elemen dengan penambahan jumlah elemen dan *feedline* yang digunakan untuk pencatutan. Jika hasil

simulasi belum memenuhi target maka dilakukan optimasi dengan cara mengubah jarak antar elemen agar mendapatkan hasil sesuai dengan target parameter yang diinginkan.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan fabrikasi dan pengukuran antenna *microstrip array* 8 elemen. Pengukuran parameter antenna *microstrip array* 8 elemen menggunakan perangkat VNA, *Signal Generator*, dan *Spectrum analyzer*. Setelah itu, hasil simulasi dan hasil pengukuran yang diperoleh dibandingkan dan dianalisis. Lalu dilakukan implementasi dengan menggunakan modem *orbit star 2* dan router *tp-link tlwr840n*. Kemudian antenna *microstrip array* yang telah di fabrikasi dibandingkan dengan antenna *dipole*. Semua tahapan ini dirangkum pada Gambar 1 diagram alir berikut .

A. Kriteria Antena Elemen

Langkah awal perancangan antenna *microstrip* adalah dengan menentukan kriteria antenna yang diinginkan seperti ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.** dibawah ini. Sedangkan material Substrate yang digunakan adalah FR4 dengan nilai konstanta dielektrik sebesar 4,4 dan ketebalan 1,6 mm.

Tabel 1. Kriteria Antena Elemen

Kriteria Antena	Nilai
Frekuensi Kerja	2.4 GHz
<i>Return loss</i>	< -10 dB
VSWR	≤ 2
Metode Pencatutan	<i>Microstrip Line</i>
<i>Gain</i>	≥ 6 dB
Pola Radiasi	<i>Directional</i>
Impedansi Input	± 50 Ohm

B. Perhitungan Dimensi Rectangular Patch dan Ground Plane

Desain antenna *microstrip rectangular* dengan peencatutan *inset-feed* dapat dilihat pada Gambar 2. Dimensi antenna *microstrip* hasil perhitungan yaitu panjang *patch* dan lebar *patch*. Untuk mengetahui besarnya nilai panjang dan lebar dapat dilakukan perhitungan matematis dengan persamaan [16]:

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

dan

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

dimana,

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3)$$

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0.358) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (4)$$

Dimana, f_r adalah frekuensi yang diinginkan (2.4 GHz), c adalah kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^9 \text{ m/s}$) dan h adalah tebal substrat.

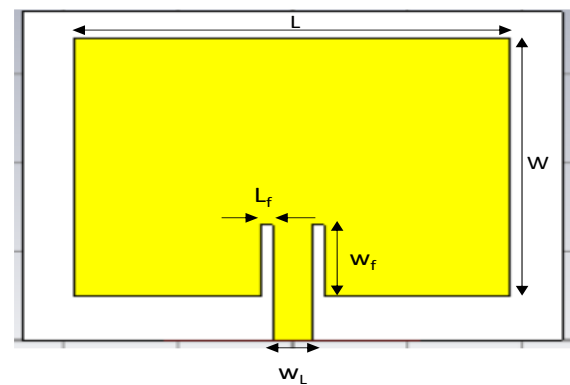
Hasil perhitungan dimensi *patch* dengan menggunakan persamaan (1)-(4) yaitu lebar *patch* 38 mm dan panjang *patch* 29 mm. Dari hasil perhitungan dimensi *patch* maka langkah selanjutnya adalah menghitung dimensi *groundplane* dan substrat dengan persamaan dibawah ini [16]:

$$L_g = xh + L \quad (5)$$

dan

$$W_g = xh + W \quad (6)$$

Dimana, W_g adalah panjang *groundplane* dan substrat, L_g adalah lebar *groundplane* dan substrat dan x bernilai 6.



Gbr. 2 Desain Antena Mikrostrip Rectangular dengan pencatutan *Inset-feed*

Panjang dan lebar *groundplane* sama dengan panjang dan lebar substrat. Dimana dimensinya harus lebih besar 6 kali dari *patch*. Dengan menggunakan persamaan (5) dan (6) didapatkan panjang substrat dan *groundplane* yaitu 39 mm dan lebar 47 mm.

Selanjutnya menentukan *feedline* yang merupakan jalur transmisi yang digunakan untuk menyampaikan sinyal listrik dari pemancar atau penerima ke elemen radiasi

pada antenna mikrostrip. Lebar dari *feedline* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini [15]:

$$W_l = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (7)$$

dimana,

$$B = \frac{Z_f \pi}{2Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

dan

$$Z_f = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \sqrt{\frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/Am}}{8,85418 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2}} = 378.6 \, \Omega \quad (9)$$

Dimana, W_l adalah Lebar Saluran Transmisi dan Z_f adalah impedansi gelombang diruang hampa.

Dengan menggunakan persamaan (7) sampai (9) dengan impedansi karakteristik 50 Ω didapatkan lebar *feedline* adalah 3.5566 mm.

C. Perancangan Antena Microstrip Single Elemen dengan penambahan Inset-feed

Hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan persamaan (1) sampai (9) ditunjukkan pada Tabel 2. Selanjutnya hasil perancangan ini akan disimulasikan menggunakan software CST Microwaves Studio untuk melihat hasil *return loss*, VSWR, dan impedansi *input*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Microstrip

Parameter	Symbol	Nilai (mm)
Lebar <i>patch</i>	W	38
Panjang <i>patch</i>	L	28.92
Lebar <i>groundplane</i>	W_g	37.0000
Panjang <i>groundplane</i>	L_g	47.6363
Lebar substrat	W_s	39.0435
Panjang substrat	L_g	47.6363
Lebar <i>feedline</i>	W_f	1
Panjang <i>feedline</i>	L_f	5
Tebal substrat	h	1.6
Tebal tembaga	t	0.035

Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi *return loss* -21.463 dB dimana terlihat bahwa antenna sudah bekerja dengan baik pada frekuensi 2,4 GHz. Gambar 4 dan 5

menunjukkan hasil impedansi *input* 50.768 Ω , dan VSWR 1.1846 menunjukkan bahwa antenna sudah memenuhi kriteria parameter yang diinginkan.

D. Perancangan Antena Microstrip Array 1x8

Perancangan antenna *microstrip array* 8 elemen dilakukan dengan merancangan antenna *microstrip* satu elemen menjadi 8 elemen dengan menghitung dimensi *feedline*, jumlah elemen, dan jarak antar elemen.

1) Perhitungan jumlah elemen dan jarak antar elemen

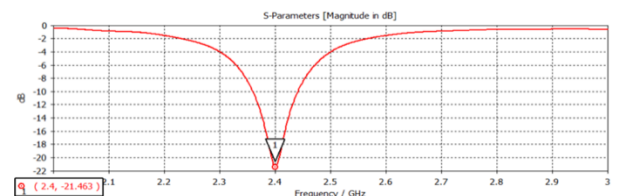
Perhitungan jumlah elemen dan jarak antar elemen sangat penting dilakukan agar hasil yang didapatkan memenuhi kriteria yang diinginkan, dimana jarak antar elemen dari antenna *microstrip array* harus lebih kecil dari panjang gelombang dan jarak antar elemen harus lebih besar dari setengah panjang gelombang. Jumlah elemen dan jarak antar elemen dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini[7]:

$$\theta_h \cong 2 \left[\frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left(\frac{1.391\lambda}{Nd} \right) \right] \quad (10)$$

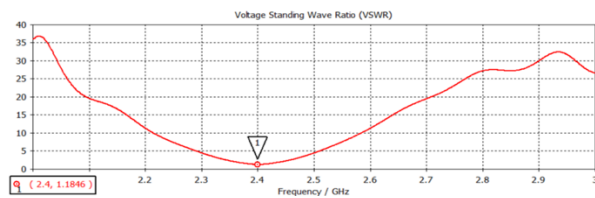
Dari persamaan (10) maka didapatkan persamaan

$$d = \frac{2.782\lambda}{\pi\theta_h} \quad (11)$$

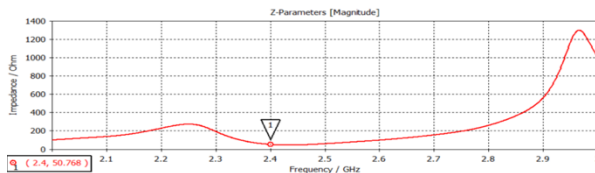
Dimana, θ_h adalah derajat, λ adalah panjang gelombang, N adalah jumlah elemen, dan d adalah jarak antar elemen



Gbr. 3 Hasil *return loss* antenna microstrip satu elemen



Gbr. 4 Hasil VSWR antenna microstrip satu elemen

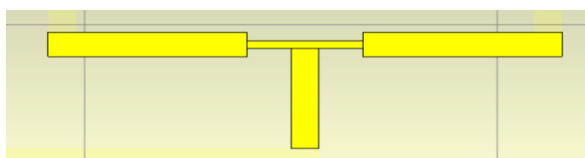


Gbr.5 Hasil Impedansi Input antenna microstrip satu elemen

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (10) dan (11) didapatkan jumlah elemen adalah 8 elemen untuk mencapai lebar arah pola radiasi yang diinginkan.

2) Perancangan Saluran Transmisi

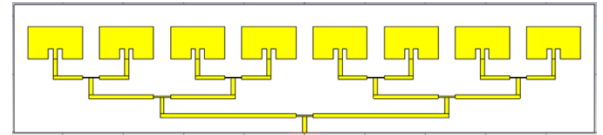
Pada perancangan saluran transmisi atau *feedline* dilakukan dengan metode penyesuaian impedansi seperempat panjang gelombang agar impedansi yang diperoleh cocok dengan setiap elemen. Penyesuaian tersebut dilakukan untuk pencatutan daya dari setiap elemen *patch*. Dengan besar impedansi setiap *feedline* 50 Ω , besar impedansi beban yaitu 100 Ω , dan impedansi karakteristik saluran pencatutan yaitu 50 Ω . Pada perhitungan saluran transmisi menggunakan persamaan (8) sampai (11) didapatkan besar impedansi untuk pencatu yaitu 70.7 Ω , lebar dimensi pencatu yaitu 0.9 mm, dan panjang dimensi pencatu yaitu 14 mm. Bentuk dan struktur pencatutan saluran transmisi dapat dilihat pada 6 dibawah ini.



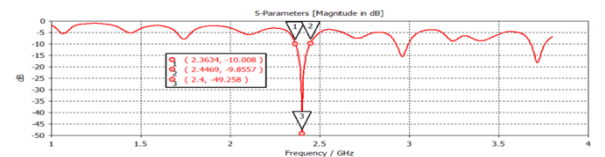
Gbr.6 Struktur Saluran Transmisi

3) Simulasi Antena *Microstrip array* 8 Elemen

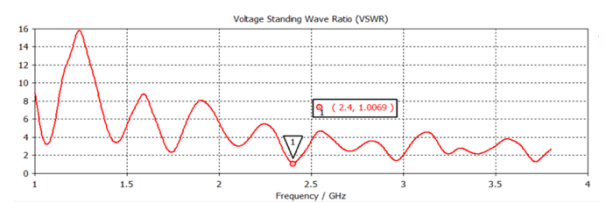
Dari persamaan (11) didapatkan bahwa jumlah elemen 8 dengan jarak antar elemen 58.875 mm dan dengan mengubah lebar slot (inset feed) menjadi 3.84 mm. Bentuk antena *microstrip array* 8 elemen ditunjukkan pada Gambar 7 dibawah ini.



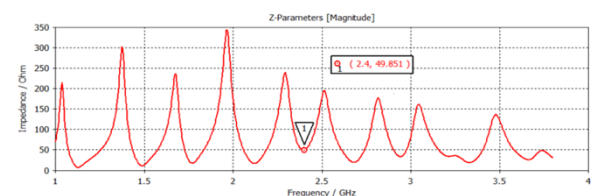
Gbr.7 Desain antena microstrip rectangular array 8 elemen



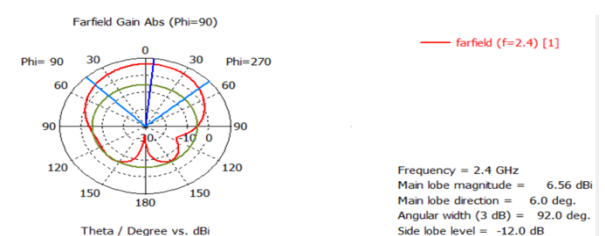
Gbr.8 Hasil Simulasi *Return loss* dan Bandwidth antena microstrip rectangular array 8 elemen



Gbr. 9 Hasil Simulasi VSWR antena microstrip rectangular array 8 elemen



Gbr. 10 Hasil Simulasi Impedansi Input



Gbr. 11 Hasil Simulasi Pola Radiasi

farfield (f=2.4) [1]	
Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	2.4 GHz
Rad. Effic.	-7.636 dB
Tot. Effic.	-7.648 dB
Gain	6.558 dBi

Gbr. 12 Hasil Simulasi Gain

Gambar 8 menunjukkan hasil simulasi antenna *microstrip array* 8 elemen dengan besar *return loss* yaitu -49.258 dB pada frekuensi kerja 2.4 Ghz. Dengan menggunakan persamaan (10) maka didapatkan lebar *bandwidth* yaitu sebesar 83.5 MHz. dari hasil simulasi *return loss* yang diperoleh telah memenuhi kriteria yang diinginkan karena dibawah nilai minimum yaitu -10 dB. Nilai VSWR yang diperoleh yaitu 1.0069, nilai VSWR pada frekuensi 2.4 GHz yang diperoleh sudah mencapai target perancangan yaitu berada pada rentang 1 sampai 2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Nilai impedansi yang diperoleh pada frekuensi 2.4 GHz yaitu 49.89 Ω seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. hasil simulasi yang didapat mendekati target perancangan antenna yaitu sebesar 50 Ω . Target impedansi *input* 50 Ω karena agar selaras dengan konektor, kabel dan alat ukur yang digunakan, yang memiliki impedansi yaitu 50 Ω .

Gambar 11 menunjukkan hasil simulasi pola radiasi dengan bentuk pola radiasi yang diperoleh yaitu *directional*, *main lobe* pada sudut 6°. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa besarnya HPBW adalah 92°. Besarnya *gain* antenna *microstrip array* 8 elemen yaitu 6.558 dB ditunjukkan pada Gambar 12. Gain yang diperoleh sudah memenuhi target parameter yang diinginkan.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

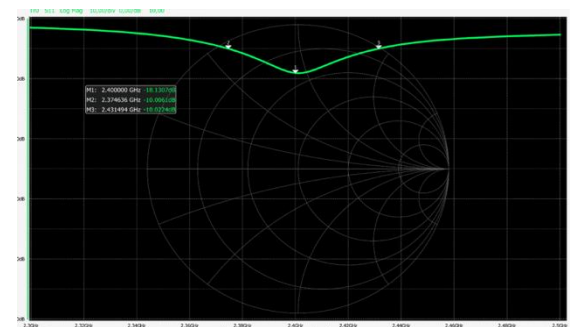
Pada bab ini akan dibahas hasil pengukuran dari antenna 8 elemen yang sudah di fabrikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13. Parameter yang diukur adalah *return loss*, *bandwidth*, VSWR, impedansi

input, *gain*, pola radiasi. Pengukuran dilakukan menggunakan Signal generator dan VNA.

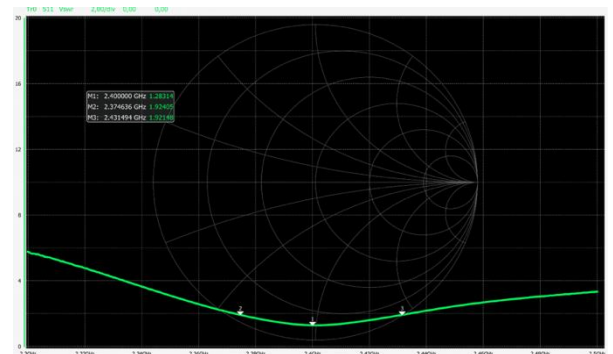


Gbr. 13 Bentuk Antena Microstrip Array 8 elemen setelah fabrikasi

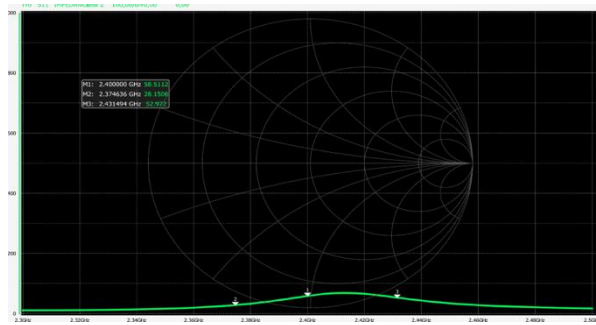
Gambar 14 menunjukkan hasil pengukuran *return loss* -18.13 dB pada frekuensi 2.4 GHz. Nilai VSWR yang diperoleh dari hasil pengukuran yaitu 1.2 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. Sedangkan Gambar 16 menunjukkan hasil pengukuran impedansi *input* yang diperoleh yaitu 58.8 Ω . Gambar 17 menunjukkan pola radiasi dari hasil pengukuran adalah *directional*, *main lobe* yang mengarah pada sudut 10°, dan didapatkan besar lebar HPBW adalah 40°. Dengan menggunakan persamaan (4) maka dapat dihitung dan besar *gain* yang dihasilkan antenna *microstrip array* 8 elemen yaitu 6.81 dB.



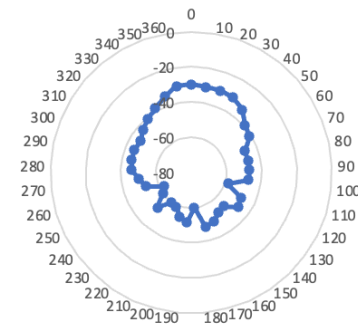
Gbr. 14 Hasil Pengukuran Return loss dan Bandwidth



Gbr. 15 Hasil Pengukuran VSWR



Gbr. 16 Hasil Pengukuran Impedansi Input



Gbr. 17 Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Perbandingan hasil pengukuran dan simulasi ditunjukkan pada Tabel 3. Dapat dilihat hasil simulasi *return loss* yaitu -49.2 dB lebih baik dibandingkan dengan hasil pengukuran yaitu -18.13 dB. Hal tersebut disebabkan karena adanya ketidaksesuaian impedansi antenna dengan saluran transmisi. Nilai *bandwidth* yang diperoleh dari hasil pengukuran lebih kecil yaitu 55 MHz dengan jarak frekuensi 2.43 GHz-2.37 GHz dibandingkan hasil simulasi. Besar *bandwidth* yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengukuran sudah mencukupi standar *bandwidth* di frekuensi 2.4 GHz pada umumnya. Selanjutnya hasil pengukuran VSWR pada frekuensi 2.4 GHz meningkat menjadi 1.28 dari hasil simulasi yaitu 1.0069. Hal berikut dikarenakan adanya ketidaksesuaian impedansi antenna dengan impedansi saluran transmisi.

Hasil pengukuran impedansi *input* meningkat sebesar 58.5 Ω dari besar simulasi 49,851 Ω . Perubahan nilai impedansi *input* disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pencatutan antenna *microstrip*, konektor yang digunakan, material timah dan hasil solder yang kurang buruk sehingga dapat

menyebabkan meningkatnya besar impedansi *input* antenna. Berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran pola radiasi bahwa bentuk pola radiasi yang dihasilkan dari hasil pengukuran tidak jauh berbeda dengan hasil simulasi. Dengan lebar HPBW pada hasil pengukuran yaitu 40° dan hasil simulasi 92°, dimana perubahan lebar HPBW disebabkan oleh tempat pengukuran dimana tidak dilakukan di ruangan *anechoic chamber*. Hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan bahwa besar *gain* mengalami kenaikan dari nilai simulasi 6.558 dB menjadi hasil pengukuran 6.81 dB. dapat dilihat *gain* yang didapatkan dari hasil pengukuran masih sudah mencapai target *gain* yang diinginkan.

Tabel 3 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran antenna microstrip array 8 elemen

Parameter	Target	Simulasi	Pengukuran
Frekuensi Kerja	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
<i>Return loss</i>	<-10 dB	-49.258 dB	-18.13 dB
VSWR	≤ 2	1.0069	1.28
Impedansi <i>Input</i>	$\pm 50 \Omega$	49,851 Ω	58.5 Ω
Pola Radiasi	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>
<i>Gain</i>	≥ 6 dB	6.558 dB	6.81 dB

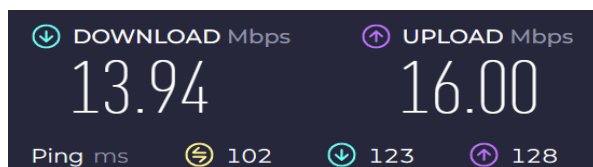
Dari Tabel 3 menunjukkan bahwa setiap parameter sudah memenuhi target spesifikasi antenna yang diinginkan sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja antenna *microstrip array* 8 elemen yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik.

IV. IMPLEMENTASI PENELITIAN

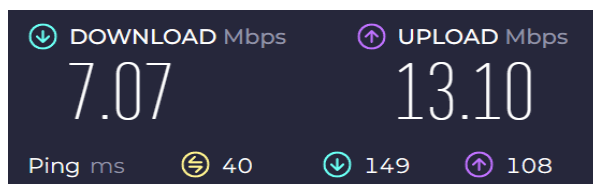
Implementasi dilakukan dengan menggunakan antenna *microstrip array* yang telah di fabrikasi sebanyak 2 antenna. Pada *transmitter* menggunakan perangkat modem telkomsel orbit star 2 yang menggunakan kartu perdana indosat lalu terhubung dengan antenna *microstrip array* dengan menggunakan kabel koaksial rg58 sepanjang kurang lebih 15 meter, sedangkan pada *receiver* menggunakan perangkat tp-link tl-wr840n yang dimodifikasi dengan menambahkan port rp-sma male lalu

dihubungkan dengan antenna *microstrip array* dengan menggunakan kabel rg58 sepanjang kurang lebih 15 meter. Jarak pengujian antenna *microstrip array* ini adalah kurang lebih 120 meter.

Pada *transmitter* yaitu modem orbit star 2 yang terhubung dengan antenna *microstrip array* memancarkan ke *receiver* sejauh 100 meter. Kecepatan internet yang dikirim dari antenna pada *transmitter* yaitu download 13.84 Mbps dan upload 16 Mbps dipancarkan sejauh 100 meter kepada *receiver* dan kecepatan internet yang dapat diterima oleh antenna *receiver* yaitu download 7.07 Mbps dan upload 13.1 Mbps. Hasil implementasi antenna *microstrip array* ditunjukkan pada Gambar 18 dan 19 berikut.



Gbr. 18 Kecepatan Internet pada Transmitter



Gbr.19 Kecepatan Internet pada Receiver

Kecepatan internet yang diterima oleh *receiver* mengalami penurunan dari yang dikirimkan yaitu download 13.94 Mbps dan upload 16 Mbps menjadi download 7.07 Mbps dan upload 13.10 Mbps. Penurunan kecepatan internet pada *receiver* disebabkan oleh beberapa faktor seperti jarak pengimplementasian yang cukup jauh, gangguan interferensi dari perangkat lain yang ada di tempat pengimplementasian, faktor dari kabel dan konektor yang digunakan serta arah antenna *microstrip array* pada *transmitter* dan *receiver* yang kurang sejajar. Namun dari hasil implementasi antenna *microstrip array* yang telah dibuat dapat memancarkan dan menerima dengan cukup baik. Setelah itu dilakukan pengujian mentransfer file dengan beberapa macam ukuran file, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4 Hasil Pengujian Transfer File

Ukuran File	Antena <i>Microstrip array</i> 8 elemen		Antena <i>dipole</i>	
	Waktu	Kecepatan	Waktu	Kecepatan
1 GB	2 menit 2 detik	7-8 MB/s	5 menit 5 detik	3-4 MB/s
2 GB	4 menit 17 detik	7-8 MB/s	8 menit 27 detik	3-4 MB/s
3 GB	7 menit 5 detik	7-8 MB/s	13 menit 34 detik	3-4 MB/s
4 GB	8 menit 51 detik	7-8 MB/s	19 menit 13 detik	3-4 MB/s
5 GB	11 menit 5 detik	7-8 MB/s	24 menit 16 detik	3-4 MB/s

Berdasarkan data hasil pengujian transfer file pada jarak 100 meter dapat dilihat bahwa hasil pengujian kecepatan mentransfer file antenna *microstrip array* 8 elemen lebih cepat dibandingkan dengan antenna *dipole*. Dengan kecepatan transfer file rata-rata yaitu 7-8 MB/s dengan menggunakan antenna *microstrip array* 8 elemen sedangkan antenna *dipole* mendapat kecepatan rata-rata yaitu 3-4 MB/s. Selisih waktu pada saat transfer file yang didapat antara antenna *microstrip array* 8 elemen dan antenna *dipole* yaitu kurang lebih 4 menit. Hal tersebut terjadi karena pola radiasi antenna *microstrip array* yaitu *directional* yang berarti memancar pada satu arah sedangkan antenna *dipole* yaitu *omnidirectional* yang berarti ke segala arah. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran file yang dikirim maka semakin lama juga waktu pengiriman yang dibutuhkan. Kecepatan pengiriman dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak pengujian dan masih terdapat beberapa *obstacle* diarea pengujian dan gangguan dari gelombang elektromagnetik dilingkungan sekitar pengujian.

V. KESIMPULAN

Antena array rectangular 8 elemen untuk aplikasi WLAN telah dirancang, dicetak, dan diukur. Antenna tersebut bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Elemen antenna yang digunakan adalah patch yang berbentuk persegi dengan teknik pencatutan inset-feed. Antenna ini dirancang menggunakan FR4 sebagai bahan *substrat*. Dari hasil perancangan simulasi dan pengukuran

diperoleh dengan menambahkan jumlah elemen pada antena *microstrip* terbukti dapat meningkatkan *gain* yang dihasilkan yaitu hasil simulasi 6.58 dB dan hasil pengukuran 6.81 dB.

Berdasarkan hasil pengukuran antena *microstrip array* 8 elemen didapatkan *return loss* sebesar -18.13 dB, VSWR 1.28, impedansi 58.5 Ω , pola radiasi *directional* dan *gain* yaitu 6.81 dB yang mana hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil simulasi. Dengan nilai *gain* yang cukup tinggi ini sangat cocok sekali digunakan untuk aplikasi WLAN.

REFERENSI

- [1] M. Alaydrus, *Antena Prinsip dan Aplikasi*, Edisi Pert. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [2] N. Sabrina, "Perancangan Dan Realisasi Antena *Microstrip* Inset-Fed Pada Frekuensi 2,4 Ghz Untuk Aplikasi Wifi," *e-Proceeding Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 4702–4709, 2016.
- [3] N. Rasyidin, "Rancang Bangun Antena *Microstrip array* Untuk Sistem Radar Berbasis Software Implementation of *Microstrip array* Antenna for Radar System Based on," 2016.
- [4] Habibullah, "Studi Perbandingan Antena *Microstrip Patch* Lingkaran Dan Antena *Microstrip Patch* Persegi Panjang Sebagai Penguat Sinyal Modem," 2018.
- [5] U. D. Soer, "Analisis Kinerja Jaringan Wireless Lan menggunakan Metode Qospada Pt. Anugrah Argon Medica Ndc," vol. 10, no. 9, pp. 50–53, 2019.
- [6] R. Bansal, *Antenna theory; analysis and design*, vol. 72, no. 7. 2008. doi: 10.1109/proc.1984.12959.
- [7] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory*. Canada: Published by John Wiley & Sons, Inc., 2005. doi: 10.1002/0471654507.eme023.
- [8] H. Fetricia Yuni Amaelia, "Sistem Antena Array Paralel untuk Menghasilkan Lobe Radiasi Utama dalam Arah Bervariasi," *Tesla*, vol. 15, p. 165, 2013.
- [9] I. Surjati, *Antena Microstrip : konsep dan aplikasinya*. Jakarta: Universitas Tri Sakti, 2010.
- [10] S. Alam and K. Santoso, "Antena *Microstrip* Segitiga Dengan Parasitic Untuk Aplikasi Wireless Fidelity," *J. Kaji. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 25–37, 2017.
- [11] I. M. . Budi, E. S. Nugraha, and A. Agung, "Perancangan Dan Analisis Antena *Microstrip* Mimo Circular Pada Frekuensi 2.35 GHz Untuk Aplikasi LTE," *J. Infotel*, vol. 9, no. 1, p. 136, 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i1.130.
- [12] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, 3rd ed. Canada: John Wiley&Sons, Inc, 1981.
- [13] Y. Huang and K. Boyle, *Antenas From Theory to Practice*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2008.
- [14] A. S. Nugraha and Y. Christyono, "Perancangan dan Analisis Antena *Microstrip* dengan Frekuensi 850 MHz untuk Aplikasi Praktikum Antena," *Transmisi*, vol. 13, no. 1, pp. 39–45, 2011.
- [15] R. Ludwig and P. Bretchko, *RF Circuit Design Theory and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 200AD.
- [16] R. Garg, P. Bhartia, and I. Bahl, *Microstrip Antenna Design Handbook*. London: Artech House, INC., 2000.
- [17] N. T. Susyanto, T. Yunita, and L. O. Nur, "Aplikasi Telemedis *Microstrip* Antenna Textile Material Frequency Of 2 . 45 Ghz For Telemedicine Application," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 4589–4596, 2018.
- [18] N. D. Yulianti and Elisma, "Perancangan Antena *Microstrip array* 2x4 Patch Lingkaran Segitiga Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network pada Frekuensi Kerja 2,4 Ghz," *IRWNS*, vol. 2, pp. 26–27, 2020.
- [19] R. Rahmanto, "Perbandingan teknik matching impedansi pada transponder uhf rfid," *Pros. KOMMIT*, vol. 8, no. Kommit, pp. 316–320, 2014.
- [20] A. V. Ruth, "Desain Dan Implementasi Antena Susun *Microstrip* Dengan Patch Persegi Panjang Pada 2,4 Ghz Menggunakan Distribusi Arus Dolph-Chebyshev," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 1697–1719, 2019.
- [21] H. Ramza, *Antena dan Propagasi Gelombang*, I. Jakarta: Kemala Indonesia, 2020.
- [22] I. D. G. Paramartha Warsika, N. M. A. E. Dewi Wirastuti, and P. K. Sudiarta, "Analisa Throughput Jaringan 4G Lte Dan Hasil Drive Test Pada Cluster Renon," *J. SPECTRUM*, vol. 6, no. 1, p. 74, 2019.