

## PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR 9 RING SLOT DUAL ARRAY UNTUK APLIKASI WIFI

Ragil Iman Santoso<sup>1</sup>, Syah Alam<sup>2</sup>, Indra Surjati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti Jakarta

e-mail: <sup>1</sup>ragilimansantoso86@gmail.com, <sup>2</sup>syah.alam@trisakti.ac.id,

<sup>3</sup>indra@trisakti.ac.id

### ABSTRAK

*Tujuan dari perancangan antenna mikrostrip ini adalah untuk memperlebar bandwidth dan meningkatkan gain dengan menggunakan metode rectangular dual array 9 ring slot untuk aplikasi Wireless Fidelity pada frekuensi kerja 2400 MHz. Antena yang diusulkan menggunakan FR4 Epoxy dengan ( $\epsilon_r$ ) 4,3, ketebalan substrat ( $h$ ) 1,6 mm dan loss tangen ( $\tan \delta$ ) sebesar 0,0265. Antena dirancang dengan menggunakan perangkat lunak AWR Microwave Office. Metode ini digunakan untuk memaksimalkan lebar bandwidth dan nilai gain. Dari Hasil pengukuran diperoleh nilai return loss -17.294 dB, VSWR 1.316 dan nilai Gain 5.66 dB pada frekuensi kerja dengan lebar bandwidth 220 MHz ( 2556 MHz – 2336 MHz).*

**Kata kunci:** mikrostrip, antenna, rectangular, ring slot, dual array

### ABSTRACT

*The purpose of designing this microstrip antenna is to widen the bandwidth and increase gain by using the 9 ring slot rectangular dual array method for Wireless Fidelity applications at 2400 MHz working frequency. The proposed antenna uses Epoxy FR4 with ( $\epsilon_r$ ) 4.3, substrate thickness ( $h$ ) 1.6 mm and loss tangent ( $\tan \delta$ ) of 0.0265. The antenna is designed using AWR Microwave Office software. This method is used to maximize bandwidth width and gain value. From the measurement results obtained the return loss value of -17.294 dB, VSWR 1.316 and Gain value of 5.66 dB at work frequency with a bandwidth of 220 MHz (2556 MHz - 2336 MHz).*

**Keywords:** mikrostrip, antenna, rectangular, ring slot, dual array

### PENDAHULUAN

Pada sistem komunikasi nirkabel dibutuhkan antenna dalam proses transmisi data ke dan dari udara, agar gelombang elektromagnetik dapat dipancarkan dan diterima secara efektif. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel adalah *Wireless Local Area*

*Network* (WLAN) yang diaplikasikan pada area lokal misalnya dalam satu gedung atau satu kantor. Terdapat dua alokasi frekuensi yang digunakan yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz. Frekuensi 2,4 GHz digunakan oleh standar protokol IEEE 802.11b/g untuk *wireless fidelity* (Wi-Fi).

Kekuatan sinyal Wi-Fi bervariasi terhadap tempat, sehingga dimungkinkan terdapat sejumlah tempat yang sinyalnya lemah sehingga membutuhkan antena dengan *gain* tinggi. Dalam mendesain antena tersebut, ukuran dan biaya pembuatan juga harus dipertimbangkan.[10]

Antena mikrostrip dapat memberikan solusi karena ukurannya yang kecil, ringan, harganya murah, dapat difabrikasi oleh *teknologi printed-board modern* serta mudah diintegrasikan dengan *microwave integrated circuits* (MICs). Namun antena tersebut memiliki efisiensi dan *gain* yang relatif kecil sehingga harus digunakan metode-metode tertentu untuk meningkatkannya, misalnya dengan menyusun elemen antena dalam bentuk *array*.

Antena mikrostrip merupakan salah satu antena gelombang mikro yang digunakan sebagai radiator pada sejumlah sistem telekomunikasi modern saat ini. Hal ini disebabkan karena ukuran antena mikrostrip yang kecil dan beratnya yang ringan membuat jenis antena ini sederhana untuk dibuat dan mudah untuk diintegrasikan. *Gain* dari antena mikrostrip dapat diperbesar dengan menambahkan *patch* secara *array*, sehingga membentuk antena mikrostrip *array*.

Antena mikrostrip *array* adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Antena mikrostrip *array* dapat berbentuk seri, paralel, atau gabungan keduanya. Kelebihan antena mikrostrip *array* ini dibandingkan antena mikrostrip biasa yaitu memiliki *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar.

Antena yang dirancang pada penelitian ini adalah antena mikrostrip

rectangular 9 ring slot dibuat secara susun (*array*). Antena ini diharapkan untuk mendapatkan hasil yang memenuhi karakteristik antena yang berada pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi *wifi*. Material substrat PCB yang digunakan jenis Epoxy FR4 dengan ketebalan 1,6 mm dan konstanta dielektrik 4,3. Untuk rancang bangun antena di gunakan metode simulasi menggunakan perangkat lunak AWR 2009. Hasil rancang bangun antena susun dua *patch* diharapkan tercapai target parameter *gain* diatas 5dB serta memperoleh lebar *bandwidth* yang lebih baik.

## DESAIN ANTENA

Pada penelitian ini, desain antena menggunakan *rectangular patch* dengan dimensi lebar ( $W$ ) dan panjang ( $L$ ). Antena yang dirancang pada satu lapis substrat dengan nilai relatif permitifitas ( $\epsilon_r$ ) = 4,3, ketebalan substrat ( $h$ ) = 1.6 mm, dan tangen loss ( $\tan \delta$ ) = 0.0265.[9] Dimensi antena *patch* segiempat diberikan oleh [9] sebagai berikut.

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

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

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

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W}\right]^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \quad (5)$$

Pada penelitian ini, iterasi antena mikrostrip *rectangular 9 ring slot* dilakukan dalam 2 tahapan. Tahapan pertama antena mikrostrip rectangular diberikan beban 9 *ring slot* di 9 beban slot. Setelah itu *patch* antena dibuat secara susun (*array*) dengan diberikan jarak antar *patch* sebagai iterasi 1,

dengan rumus penentuan jarak antar *patch* diberikan oleh [3]. Sebagai berikut.

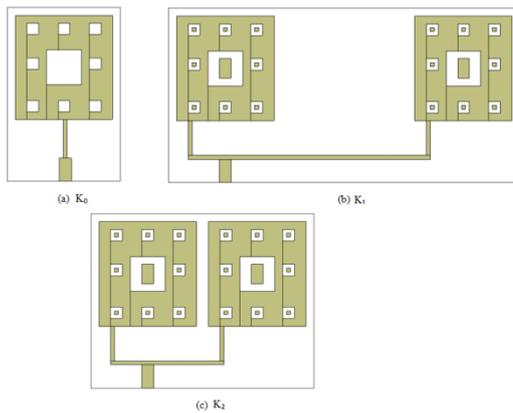
$$d = \lambda / 2 \quad (6)$$

Untuk frekuensi kerja 2.4 GHz :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2.4 \times 10^9} \quad (7)$$

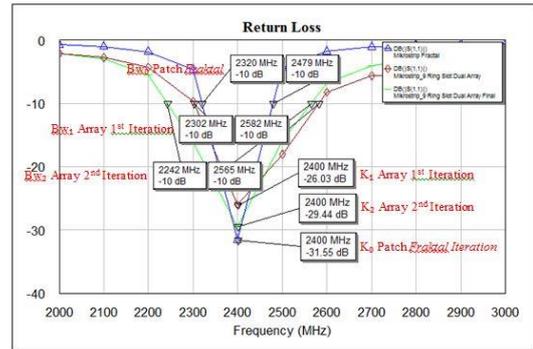
$$d_{susun} = d - L \quad (8)$$

Pada gambar 1 (a), (b) dan (c) menunjukkan proses iterasi antenna mikrostrip *rectangular 9 ring slot*. Dan pada gambar 2 dapat dilihat hasil perbandingan simulasi dari masing-masing iterasi. Desain akhir dari antenna mikrostrip *rectangular 9 ring slot array* diberi notasi  $K_2$ .

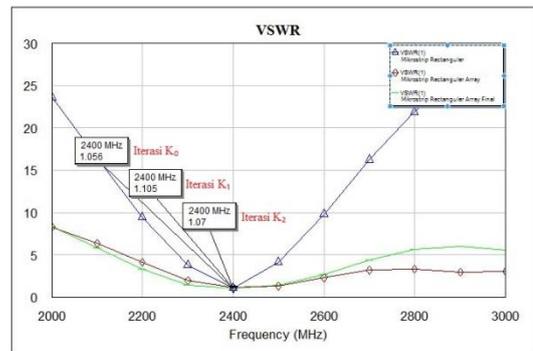


Gambar 1. Proses *Rectangular 9 Ring Slot Array*

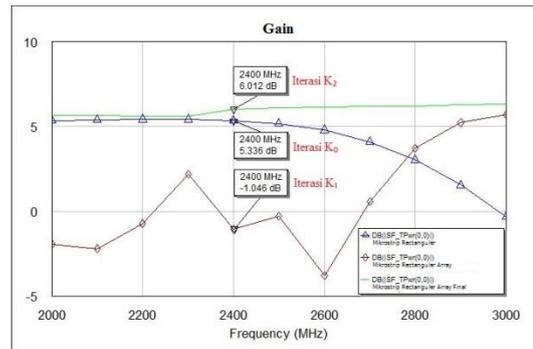
Dari gambar 1 diatas dapat dilihat proses modifikasi dari *rectangular patch 9 slot* beban menjadi *rectangular 9 ring slot* iterasi 1 =  $K_1$ , dan iterasi terakhir =  $K_2$ . Grafik perbandingan nilai parameter *return loss*, *VSWR* dan nilai *gain* untuk masing-masing iterasi dari antenna mikrostrip dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2 Perbandingan Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Rectangular 9 Ring Slot Array*. (a) *Return Loss*, (b) *VSWR*, (c) Nilai *Gain*

Dari gambar 2 (a), (b) dan (c) diatas, dapat dilihat bahwa penambahan 9 buah *ring slot* pada iterasi  $K_2$ , setelah dilakukan penyesuaian jarak antar *patch* dalam simulasi menghasilkan nilai *return loss* sebesar -29.44 dB, nilai *VSWR* sebesar 1.07 dan nilai *gain* sebesar 6.012 dB pada frekuensi kerja 2.4 GHz. Rangkuman semua

perbandingan dari iterasi antenna mikrostrip *rectangular* dapat dilihat pada table 1 dibawah ini.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Proses *Rectangular 9 Ring Slot Array*

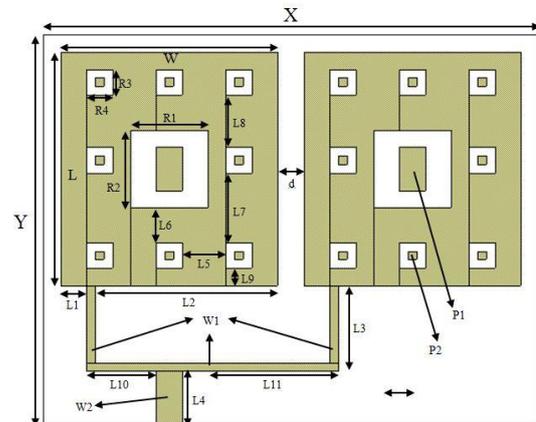
Iterasi Patch	Dimensi Antena	Return Los	VSWR	Gain
K <sub>0</sub>	29 x 45 mm	-31.55 dB	1.056	5.336 dB
K <sub>1</sub>	90 x 45 mm	-26.03 dB	1.105	-1.046 dB
K <sub>2</sub>	57 x 45 mm	-29.44 dB	1.070	6.012 dB

Dari table diatas, dapat dilihat bahwa dengan penambahan *patch* pada setiap *slot* dan menyusun *patch* antenna mikrostrip tersebut menjadi *rectangular 9 ring slot array*, dengan mengatur jarak antar *patch* sesuai dengan persamaan (6), (7), (8). Maka dimensi antenna mikrostrip berubah bertambah lebar sekitar 300% dari dimensi awal antenna itu sendiri. Kemudian dilakukan iterasi K<sub>2</sub> dimana dilakukan penyesuaian pada jarak antara *patch* yang di *array* tersebut.

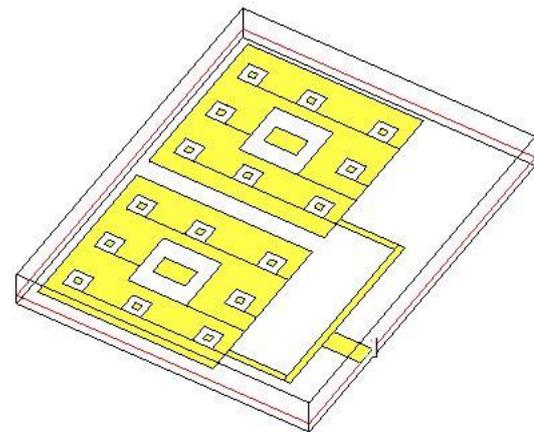
Sehingga hasilnya dapat dilihat bahwa penyesuaian jarak tersebut menghasilkan bentuk serta dimensi antenna mikrostrip yang hanya dua kali lipat dari antenna mikrostrip yang sebelum diberi *patch* pada setiap *slot*. Selain itu juga, ternyata dengan menggunakan metode *array* dapat membuktikan bahwa pada gambar 2 (c) nilai *gain* dapat meningkat dan dari gambar 2 (a) dapat dilihat kenaikan dari lebar *bandwidth* yang cukup signifikan yaitu sebesar 323 MHz (2242 MHz – 2565 MHz). Antena mikrostrip tersebut juga tetap bisa mempertahankan bentuk dimensinya yang kecil dan *compact* serta dapat bekerja pada frekuensi kerja 2.4 GHz untuk aplikasi *wifi*.

Desain akhir dari antenna mikrostrip *rectangular 9 ring slot* dapat dilihat pada gambar 3 (a) dan 3 (b), sedangkan dimensi antenna mikrostrip

tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.



Gambar 3. (a) Tampak Atas Antena Mikrostrip *Rectangular 9 Ring Slot Array*



Gambar 3. (b) Tampak Bentuk 3 Dimensi

Tabel 2. Ukuran Dimensi Antena Mikrostrip *Rectangular 9 Ring Slot Array*

Parameter	Nilai	Parameter	Nilai
X	57 mm	L9	2 mm
Y	45 mm	L10	8 mm
W	25 mm	L11	18 mm
L	27 mm	R1	9 mm
L1	3 mm	R2	9 mm
L2	21 mm	R3	3 mm
L3	10 mm	R4	3 mm
L4	6 mm	P1	5 x 3 mm
L5	5 mm	P2	1 x 1 mm
L6	4 mm	d	3 mm
L7	8 mm	W1	1 mm
L8	6 mm	W2	3.1 mm

Penelitian ini menggunakan 2 tipe saluran mikrostrip dengan dua nilai impedansi yang berbeda, saluran mikrostrip pertama (W1) dengan nilai  $70.7 \Omega$  dan saluran mikrostrip (W2) dengan nilai  $50 \Omega$  [3]. Saluran mikrostrip yang pertama akan langsung terhubung dengan *patch* antena sedangkan saluran mikrostrip yang kedua terhubung langsung dengan konektor  $50 \Omega$ . Untuk menghitung dimensi dari kedua saluran mikrostrip tersebut digunakan persamaan dibawah ini, dimana panjang saluran mikrostrip tersebut didapatkan dari hasil iterasi.

$$B = \frac{60\pi^2}{20\sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

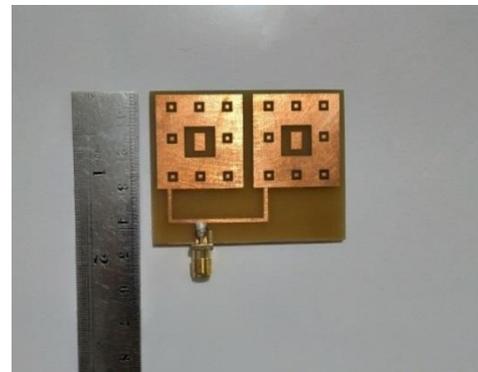
$$w = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2 \times B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (10)$$

Serta dalam penelitian ini untuk mengukur nilai *gain* antena mikrostrip menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$G_T[dBi] = G_0[dBi] + P_T[dBi] - P_0[dBi] \quad (11)$$

## HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

Setelah mendapatkan hasil terbaik dari desain akhir antena mikrostrip melalui proses iterasi, tahap selanjutnya adalah melaksanakan pabrikan antena mikrostrip *rectangular 9 ring slot array* yang sudah di desain tersebut. Tipe substrat yang digunakan untuk pabrikan antena adalah FR4 Epoxy dua lapis dengan  $\epsilon_r = 4.3$ ,  $h = 1.6$  mm dan tipe konektor yang digunakan adalah Female SMA konektor dengan impedansi  $50 \Omega$ . Hasil pabrikan antena mikrostrip dapat dilihat pada gambar 4 (a) dan 4 (b) dibawah ini.



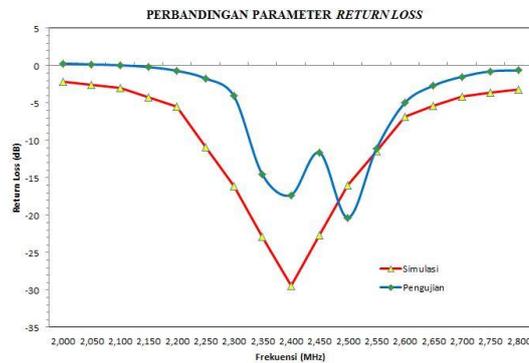
(a)



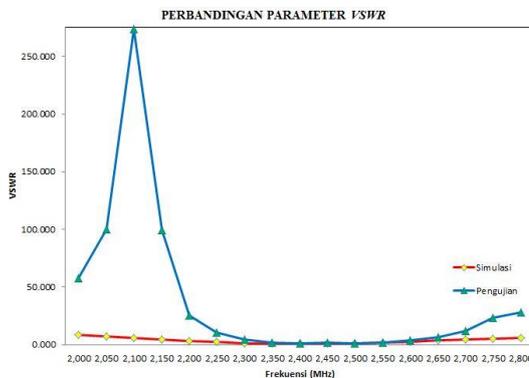
(b)

Gambar 4. Hasil Pabrikan Antena Mikrostrip *Rectangular 9 Ring Slot Array* (a) Tampak Atas (b) Tampak Bawah

Langkah selanjutnya melakukan pengukuran dan observasi terhadap antenna mikrostrip yang sudah di pabrikan dengan mengukur parameter *return loss*, *VSWR* dan *gain*. Hasil dari proses pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan hasil simulasi yang sudah dilakukan sebelumnya menggunakan perangkat lunak AWR. Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6. Proses pengukuran *return loss* dan *VSWR* antenna dilakukan dengan menggunakan *Vector Network Analyzer*.



Gambar 5. Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Hasil Simulasi Parameter *Return Loss*



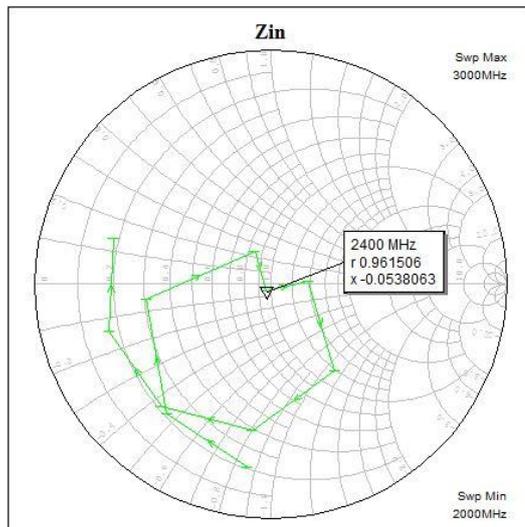
Gambar 6. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran Parameter *VSWR*

Pada gambar 5 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa dari hasil pengukuran diperoleh nilai *return loss* sebesar -17.294 dB dan nilai *VSWR* sebesar 1.316 pada frekuensi kerja 2.4 GHz. Serta dari hasil pengukuran tersebut diperoleh juga lebar *bandwidth* sebesar 220 MHz (2336 MHz – 2556 MHz). Dan sesuai dengan persamaan (11), maka diperoleh nilai *gain* sebesar 5.66 dBi. Rangkuman dari perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

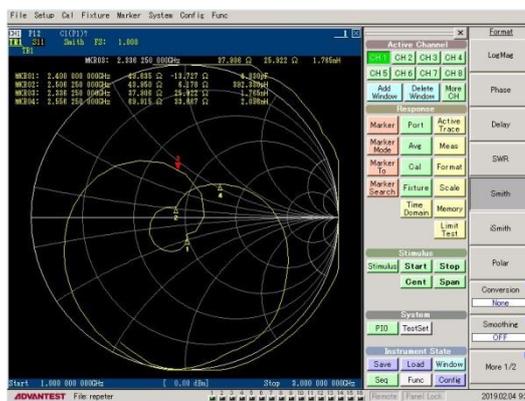
Tabel 3. Hasil Perbandingan Parameter *Return Loss*, *bandwidth*, *VSWR* dan Nilai *Gain*

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Frekuensi Kerja	2.4 GHz	2.4 GHz
<i>Return Loss</i>	-29.44 dB	-17.294 dB
<i>Bandwidth</i>	323 MHz (13.46%)	220 MHz(9.17%)
<i>VSWR</i>	1.07	1.316
<i>Gain</i>	6.012 dBi	5.66 dBi

Dari tabel 3 diatas, dapat dilihat bahwa nilai parameter *return loss*, *bandwidth*, *VSWR* dan *gain* pada hasil pengukuran mengalami penurunan yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan hasil simulasi. Hal ini disebabkan nilai loss tangen ( $\tan \delta$ ) dari substrat FR4 masih cukup besar. Ada beberapa factor lain yang dapat menurunkan nilai parameter *return loss*, *bandwidth*, *VSWR* dan *gain* yaitu pada saat pabrikan, penyambungan antara antenna dengan konektor dan pada saat pengukuran di laboratorium itu sendiri. Dan pada gambar 7 (a) dan 7 (b) dibawah ini dapat dilihat nilai dari hasil impedansi masukan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran.



Gambar 7 (a) Nilai Parameter Impedansi Masukan Hasil Simulasi



Gambar 7 (b) Nilai Parameter Impedansi Masukan Hasil Pengukuran

Pada gambar 7 (a) dan 7 (b) dapat dilihat hasil impedansi masukan dimana pada hasil simulasi didapatkan nilai parameter impedansi sebesar  $0.961506 \times 50 \Omega = 48.075 \Omega$  dan pada hasil pengukuran didapatkan hasil impedansi masukan sebesar  $49.635 \Omega$ . Dimana kedua hasil tersebut hampir mendekati nilai  $50 \Omega$  dan dapat dikatakan hasil dari simulasi dan pabrikan antenna mikrostrp rectangular 9 ring slot array ini dalam keadaan matching serta dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz untuk aplikasi wifi.

Dari semua hasil parameter yang diperoleh baik hasil simulasi maupun hasil pengukuran antenna mikrostrip tersebut. Dengan menggunakan metode susun (*array*) untuk patch pada antenna mikrostrip dapat dibuktikan bahwa metode susun (*array*) ini dapat meningkatkan nilai *gain* dan dapat memperoleh *bandwidth* yang lebih lebar dengan menyesuaikan jarak antar patch dan posisi saluran pencatu antenna mikrostrip itu sendiri. Yaitu nilai *gain* pada simulasi sebesar 6.012 dBi sedangkan, pada hasil pengukuran sebesar 5.66 dBi dan lebar *bandwidth* yang diperoleh pada simulasi sebesar 323 MHz (13.46%), sedangkan pada hasil pengukuran diperoleh sebesar 220 MHz (9.17%) pada frekuensi kerja 2.4 GHz untuk aplikasi wifi.

Dari hasil metode susun (*array*) dapat menghasilkan *bandwidth* yang lebih lebar dan nilai *gain* yang meningkat. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Perbandingan dengan hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran	Hasil Penelitian Sebelumnya
Frekuensi Kerja	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Return Loss	-29.44 dB	-17.294 dB	-26.1 dB
Bandwidth	323 MHz (13.46%)	220 MHz(9.17%)	127 MHz(5.3%)
VSWR	1.07	1.316	1.1
Gain	6.012 dBi	5.66 dBi	5.336 dBi
Impedansi Masukan	48.08 $\Omega$	49.635 $\Omega$	- $\Omega$

Tabel 4. Perbandingan Nilai Parameter *Return Loss*, *Bandwidth*, *VSWR*, *Gain* dengan Penelitian Sebelumnya.

## KESIMPULAN

Dengan metode susun (*array*) pada antenna mikrostrip yang sudah di desain menggunakan program AWR dan sudah juda selesai di pabrikan. Dari pengukuran diperoleh nilai parameter *Return Loss* sebesar -17.294 dB, *VSWR* sebesar 1.316 dan Impedansi Masukan sebesar  $49.615 \Omega$ . Desain antenna mikrostrip susun (*array*) ini dapat

memperoleh nilai *Bandwidth* sebesar 220 MHz dengan jarak frekuensi (2336 Mhz- 2556 Mhz) dan Nilai *Gain* sebesar 5.66 dB. Sehingga dengan metode susun (*array*) ini terbukti dapat meningkatkan nilai *gain* dan *bandwidth* dengan tetap mempertahankan bentuk dan dimensi antena mikrostrip yang kecil serta *compact* & dapat digunakan untuk aplikasi wifi pada frekuensi kerja 2.4 GHz.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam, S., Surjati, I., Ferawan, A., Firmansyah, T. 2018. *Design and Realization of Compact Microstrip Antenna Using Fractal Sierpinski Carpet For Wireless Fidelity Application*. Jakarta: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEEI), Vol. 6, NO. 1.
- [2] Alam, S., Nugroho. R.R. 2018. *Perancangan Antena Mikrostrip Array 2x1 Untuk Meningkatkan Gain Untuk Aplikasi LTE Pada Frekuensi 2300 Mhz*. Jakarta: Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer.
- [3] Alam, Syah. 2015. *Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Segiempat Array Triple Band Untuk Aplikasi Wimax*. Jakarta: Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer.
- [4] Ardiyanto, F.W., Renaldy, S., Lanang, F.F., Yunita, T. 2019. *Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2 dengan U-Slot Frekuensi 28 GHz*. Bandung: Elkomika, Vol.7, No.1, Hal. 43 – 56.
- [5] Firmasnyah, T., Herudin., Suhendar., Wiryadinata, R., Santoso, M.I., Denny, Y.R., Supriyanto, T. 2017. *Bandwidth and Gain Enhancement of MIMO Antenna by Using Ring and Circular Parasitic with Air-Gap Microstrip Structure*. Jakarta: TELKOMNIKA, Vol. 15, No. 3.
- [6] Hendra, J.R., Rahayu, Y., Safrianti, E. 2015. *Analisis Antena Mikrostrip Array Bentuk Lingkaran Dan Persegi Panjang Menggunakan Simulasi Untuk Aplikasi LTE Frekuensi 2.3 GHz*. Jom FTEKNIK, Vol.2, No.1.
- [7] Ihsan, M., Rambe, H.A. 2014. *Analisis Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Teknik Linear Array*. Medan: SINGUDA ENSIKOM, Vol. 7, No. 2.
- [8] Nugraha, I.P.E.D., Surjati, I., Alam, S. 2017. *Miniaturized Minkowski-Island Fractal Microstrip Antenna Fed by Proximity Coupling for Wireless Fidelity Application*. Jakarta: TELKOMNIKA, Vol. 15, No. 3.
- [9] Surjati, I., Ningsih, Y.K., Alam, S. 2017. *Peripheral Slits Microstrip Antenna Using Log Periodic Technique for Digital Television Broadcasting*. Jakarta: TELKOMNIKA, Vol. 15, No. 2.
- [10] Utami, E.Y.D., Setiaji, F.D., Pebrianto, D. 2017. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Persegi Panjang 2,4 GHz Untuk Aplikasi Wireless Fidelity (Wi-fi)*. Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vo: 6, No. 3.
- [11] Varsney, H.K., Kumar, M., Jaiswal, A.K., Saxena, R., Kumar, A. 2014. *Design Characterization of Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wi-Fi Application*. India: International Journal of Current Engineering and Technology, Vol. 4, No. 2.