

**TEKNIK ARRAY PADA ANTENA MIKROSTRIP PATCH
RECTANGULAR DENGAN SLOT PERSEGI PANJANG DAN SLOT
T PADA GROUNDPLANE UNTUK MENINGKATKAN GAIN
ANTENA**

Lathifatus Sholihah¹, Vira Rahayu²

^{1,2}Program Studi Fisika Universitas Billfath

Corresponding Author: lathifatussolihah@gmail.com, virarahayu@billfath.ac.id

Abstract

The development of increasingly sophisticated and all-digital information technology to communicate quickly and in real time by utilizing technology exchange data using a high internet connection. WiFi (Wireless Fidelity) serves to send and receive radio waves or radio waves in an electromagnetic free medium to be emitted. technological development What is expected is the orientation of the antenna beam according to the direction of certain with a high gain value. High gain value with radiance antenna that can be achieved using a microstrip antenna with a system set. In this study, a 1x4 microstrip patch rectangle antenna array was designed with rectangular slot and T slot on Groundplane with working frequency 2.4 GHz made of FR4 substrate with a dielectric constant of 4.6 with thickness of 1.6 mm, in order to get a higher gain value compared to with a single antenna from previous studies. The antenna design will simulated using CST 2021 software. In this antenna design using 3 methods, namely Finite Element Method (FEM), Spectral Domain Engineering (SDT), Finite Integration Technique (FIT). So that the result obtained from the antenna criteria as follows: Return Loss -40,40441 dB, VSWR 1,019274, Bandwidth 4.029%, Gain 11 dBi. The results of the measurements using NANO VNA VA are: Return Loss -82.3966748 dB, VSWR 1.108323333, Bandwidth 4 %, Gain 22 dBi. So in this study the radiation pattern produced is directional.

Keywords: information technology, system array, gain, method

How to cite: Sholihah, L., & Rahayu, V., (2022). Teknik Array Pada Antena Mikrostrip Patch Rectangular dengan Slot Persegi Panjang dan Slot T Pada Groundplane Untuk Meningkatkan Gain Antena. *JMS (Jurnal Matematika dan Sains)*, Vol(No), pp.xx.

PENDAHULUAN

Saat ini telekomunikasi menjadi hal penting (Abdurrahman et al., 2018). Di era teknologi informasi yang semakin canggih dan serba digital ini, masyarakat dituntut berkomunikasi secara cepat, *realtime*, dimana saja dan kapan saja dengan teknologi tanpa kabel (*wireless*) yang memanfaatkan gelombang radio sebagai media perantara atau transmisinya rahayu 2020. Sistem komunikasi *wireless* adalah sistem komunikasi dengan media transmisi berupa gelombang elektromagnetik yang saat ini banyak digunakan

contohnya adalah teknologi WiFi (Alwi, 2019).

WiFi yang sering dikenal sebagai *Wireless Fidelity* merupakan teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel dan banyak digunakan untuk koneksi internet dengan kecepatan tinggi (Wahyudi, 2015) (Mashaghba, 2020). Pemanfaatan WiFi biasanya digunakan di kantor, sekolah, tempat perbelanjaan, kampus, cafe, dan tempat umum lainnya.

Antena adalah komponen penting selain sebagai pemancar, antena juga sebagai penerima untuk mentransmisikan dan menangkap radiasi gelombang elektromagnetik. Jenis antena yang digunakan adalah antena mikrostrip yang mempunyai karakteristik lebih ramping (Sugiarto et al., 2019). Keunggulan antena mikrostrip antara lain biaya lebih murah, mudah diaplikasikan, mudah digabungkan dengan sirkuit mikrostrip lain, nyaman untuk disuplai, dan dapat dengan mudah digabungkan ke konfigurasi *array* untuk meningkatkan *directivity* (Husna et al., 2020). Teknik antena mikrostrip *array* dengan bentuk *single* atau *multiple feed* dibutuhkan untuk mendapatkan nilai *gain* yang tinggi demi tercapainya direktivitas yang lebih besar (Pratiknyo Adi Mahatmanto & Apriono, 2020). Terdapat banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan antena mikrostrip *array* dengan berbagai patch. Misalnya merancang dengan menggunakan patch segitiga empat elemen, *linear array* dalam mengembangkan antena WiFi, dan mikrostrip 2 elemen patch persegi Panjang untuk pita 2,4 GHz (Sani et al., 2020).

Dalam penerapannya, antena merupakan salah satu perangkat yang dipergunakan untuk mengakses WiFi. Antena berfungsi untuk mengirim dan menerima gelombang radio atau gelombang elektromagnetik dalam medium bebas untuk dipancarkan. Perkembangan teknologi yang diharapkan adalah memiliki orientasi pancaran antena terpusat pada arah tertentu dengan nilai *gain* yang tinggi. Nilai *gain* yang tinggi dengan pancaran antena yang terpusat dapat dicapai menggunakan antena mikrostrip dengan sistem *array* (Sumpena et al., 2020). Kekuatan sinyal WiFi sangat bervariasi tergantung pada lingkungan sekitar mulai dari bangunan atau bisa juga posisi penempatan yang dapat mempengaruhi perambatan sinyal WiFi. Antena tambahan bisa jadi alternatif untuk pengguna yang berada didalam ruangan yang dipisahkan oleh dinding bangunan yang menjadi penghalang untuk pemancar WiFi eksternal.

Antena mikrostrip *array* adalah antena yang praktis sebab memiliki kinerja yang optimal dari beberapa *patch* antena agar arah pancaran yang dihasilkan lebih terpusat. Dan mampu bekerja pada frekuensi tinggi sehingga memiliki nilai *gain* yang lebih tinggi

dibandingkan dengan antenna mikrostrip *single patch*. Pada penelitian ini pemilihan yang dirancang 1×4 array antenna mikrostrip *patch rectangular* dengan slot persegi Panjang dan slot T pada *groundplane* untuk meningkatkan *gain* antenna yang tinggi. Kinerja antenna diukur berdasarkan parameter sebagai berikut: Bandwidth, return loss, VSWR, dan gain.

Penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilaksanakan oleh Nailatus Saidah dengan judul “*Fabrikasi dan Karakterisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular dengan Slot Persegi Panjang & Slot T Pada Ground Plane untuk Frekuensi 2,4 GHz menggunakan Perangkat Pengukuran NanoVNA (Vector Network Analyzer) V2*”. Penelitian tersebut memiliki bentuk rancangan antenna mikrostrip *rectangular* dengan slot persegi panjang dan pada *groundplane*-nya diberi slot T pada frekuensi 2,4 GHz sebagai perangkat penguat WiFi menggunakan pengukuran nanoVNA V2 (Saidah & Rahayu, 2021).

Dan pada penelitian “*Design and Characterization of Corporate Feed Rectangular Microstrip Patch Array Antenna*” tentang antenna mikrostrip yang disimulasikan menggunakan SONNET Suite menyediakan peningkatan *Bandwidth* sekitar 20 dB (Subbulakshmi & Rajkumar, 2013). Dan pada penelitian “*1 × 4 Patch Array All-Textile Antenna for WLAN Applications*” tentang *array patch* 1×4 yang dapat dikenakan pada semua tekstil antenna untuk aplikasi WLAN (Mashaghba, 2020).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode analisis data kuantitatif. Metode yang digunakan ketika melakukan penelitian berkaitan dengan data numerik. Pada metode ini diperlukan data yang bersifat numerik dan dapat dihitung menggunakan rumus statistika. Penelitian ini menggunakan beberapa langkah-langkah, diantaranya : Studi Literatur, Menentukan desain antenna menggunakan *software* CST 2021, Perhitungan desain antenna, dan Simulasi antenna.

Dalam perhitungan dimensi antenna dibutuhkan perhitungan sistematis agar mendapatkan nilai pada setiap antenna. Perhitungan desain *array* antenna terdapat beberapa impedansi diantaranya 50Ω , 70Ω , dan 100Ω . Dengan perhitungan sebagai berikut:

Impedansi 50Ω

Lebar saluran pencatu (w) dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{sr - 1}{2s_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{s_r} \right] \right\}$$

$$= 3,0974 \text{ mm}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{s_r}}$$

$$= 5,705$$

Panjang saluran pencatu dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\epsilon_{eff} = \frac{s_r+1}{2} + \frac{s_r-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+\frac{12h}{W}}} \right]$$

$$= 3,2649$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{s_{eff}}}$$

$$= 69,17 \text{ mm}$$

$$L = \frac{\lambda_g}{4}$$

$$= 17,2945 \text{ mm}$$

Impedansi 70 Ω

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B-1 - \ln(2B-1) + \frac{s_r-1}{2s_r} \left[\ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{s_r} \right] \right\}$$

$$= 1,621 \text{ mm}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{s_r}}$$

$$= 4,035$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{s_r+1}{2} + \frac{s_r-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+\frac{12h}{W}}} \right]$$

$$= 3,1104$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{s_{eff}}}$$

$$= 70,876 \text{ mm}$$

$$L = \frac{\lambda_g}{4}$$

$$= 17,719 \text{ mm}$$

Impedansi 100 Ω

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B-1 - \ln(2B-1) + \frac{s_r-1}{2s_r} \left[\ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{s_r} \right] \right\}$$

$$= 0,6417 \text{ mm}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{s_r}}$$

$$= 2,8528$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{s_r+1}{2} + \frac{s_r-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+\frac{12h}{W}}} \right]$$

$$= 2,9467$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$= 72,818 \text{ mm}$$

$$L = \frac{\lambda_g}{4}$$

$$= 18,2045 \text{ mm}$$

Tabel 1. Perhitungan antenna

Ω	W	L
50	3,0974	17,2945
70	1,621	17,719
100	0,6417	18,2045

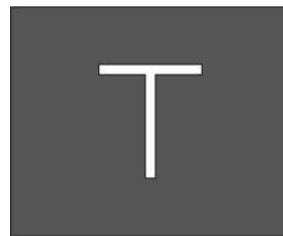
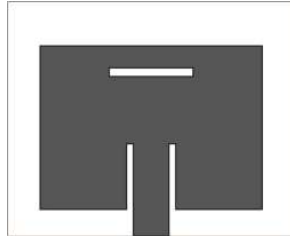
Pada tabel 1 didapatkan hasil perhitungan antenna dengan 3 impedansi. Impedansi 50 Ω didapatkan W sebesar 3,0974 dan L sebesar 17,2945, impedansi 70 Ω didapatkan W sebesar 1,621 dan L sebesar 17,719, dan impedansi 100 Ω didapatkan W sebesar 0,6417 dan L sebesar 18,2045.

Tabel 2. Dimensi antenna

Variabel	Deskripsi	ukuran (mm)
W_g	lebar <i>groundplane</i> dan substrat	256,73 mm
L_g	panjang <i>groundplane</i> dan substrat	191,66 mm
W_p	lebar <i>patch</i>	49,5 mm
L_p	panjang <i>patch</i>	37,4 mm
W_{f1}	lebar <i>stripline</i>	4,9 mm
L_{f2}	panjang <i>stripline</i>	15,6 mm
$W_{f2} = W_{f3}$	lebar <i>stripline</i>	5,28 mm
$L_{f2} = L_{f3}$	panjang <i>stripline</i>	16,9 mm
$W_{f3} = W_{f4} = W_{f8}$	lebar <i>stripline</i>	0,64 mm
L_{f3}	panjang <i>stripline</i>	48,825 mm
$L_{f4} = L_{f8}$	panjang <i>stripline</i>	18,2 mm
$W_{f5} = W_{f6} = W_{f9} = W_{f10}$	lebar <i>stripline</i>	3,09 mm
$L_{f5} = L_{f6} = L_{f10}$	panjang <i>stripline</i>	17,29 mm
L	panjang slot pada <i>patch</i>	17,71 mm
$L1$	panjang slot pada <i>patch</i>	14,1 mm
$L2$	panjang slot pada <i>groundplane</i> dan substrat	17,3 mm
S	jarak panjang antara <i>patch</i> dengan slot	5 mm
S_2	jarak panjang antara <i>groundplane</i>	9,6 mm
W_1	lebar slot pada <i>groundplane</i>	1,4 mm
g	lebar <i>notch</i>	1,2 mm
y_0	<i>inset feed</i>	10,6 mm

Dari hasil perhitungan pada (tabel 1) berikut desain dan simulasi antena menggunakan *software CST Suite 2021*.

a) Single antena



Gambar 1. Desain antena tampak depan

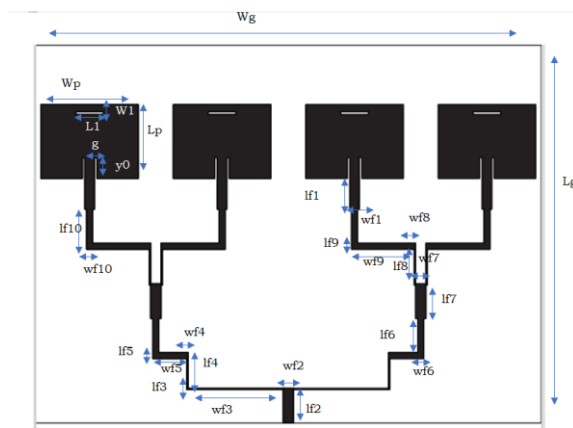
Gambar 2. Desain antena tampak belakang

Pada Gambar 1 adalah bentuk desain antena tampak dari depan dengan bentuk antena mikrostrip *Patch Rectangular* dengan slot persegi panjang dan slot T yang diberi *inset feed* pada sisi kiri dan kanan *stripline*. Sedangkan pada Gambar 2 adalah bentuk desain antena tampak dari belakang yang *groundplane*-Nya diberikan variasi slot yang berbentuk T sebab bisa melebarkan *bandwidth* serta dapat meningkatkan *gain* antena.

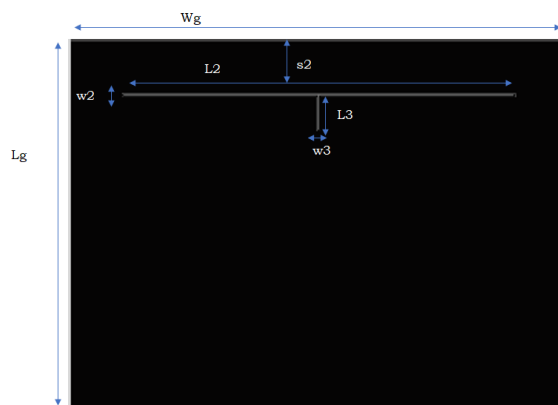
(Saidah, N. 2020)

b) Array antena

Dari hasil perhitungan pada (tabel 2) berikut desain dan simulasi antena menggunakan *software CST Suite 2021*.



Gambar 3. Desain *array* antena tampak depan



Gambar 4. Desain *array* antenna tampak belakang

Pada Gambar 3 adalah bentuk desain *array* antenna tampak dari depan dengan bentuk antenna mikrostrip *Patch Rectangular* dengan slot persegi panjang dan slot T yang diberi *inset feed* pada sisi kiri dan kanan *stripline*. Sedangkan pada Gambar 2 adalah bentuk desain *array* antenna tampak dari belakang yang *groundplane*-Nya diberikan variasi slot yang berbentuk T sebab bisa melebarkan *bandwidth* serta dapat meningkatkan *gain* antenna.

Setelah perhitungan dimensi antenna dan desain antenna telah ditentukan, maka langkah selanjutnya yakni melakukan simulasi desain antenna. Simulasi dilakukan untuk menggambarkan antenna yang telah didesain sebelumnya pada perangkat lain. Metode yang digunakan adalah :

1. *Finite Element Method* (FEM)

Metode ini menggunakan adalah konfigurasi tiga dimensi yang melibatkan integrasi fungsi dasar di seluruh *patch* konduktor yang dibagi menjadi beberapa bagian.

2. *Spectral Domain Technique* (SDT)

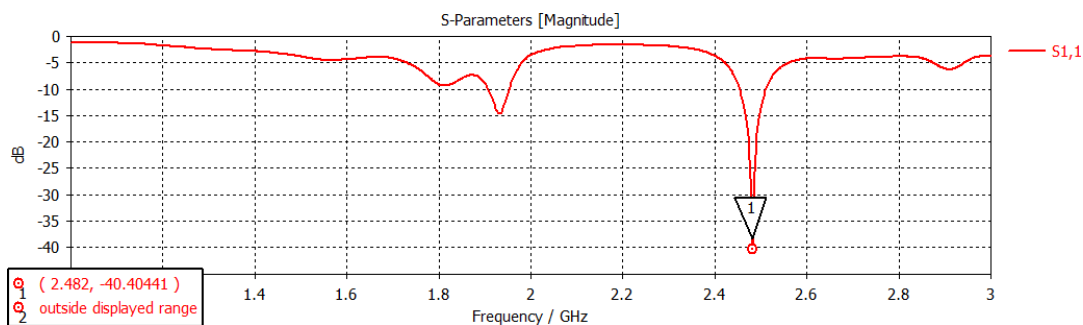
Dalam metode SDT, yang digunakan adalah transform Fourier dua dimensi di dua arah ortogonal *patch* bidang substrat.

3. *Finite Integration Technique* (FIT)

Metode (FIT) ini memungkinkan untuk membuktikan konservasi sifat medan-medan diskrit dalam media yang tidak homogen. Tetapi, FIT mengubah persamaan Maxwell dalam bentuk integral ke sistem persamaan linier.

(Kumar, Grisih., & Ray, K., P., 2003)

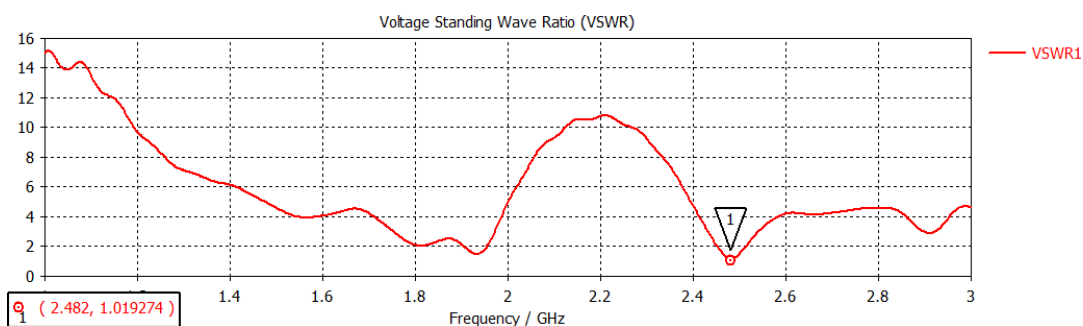
Desain dan simulasi antenna mikrostrip *patch rectangular* dengan slot persegi panjang dan slot T pada *groundplane* dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Billfath.



Gambar 7. Data hasil *Return Loss*

Pada gambar diatas menunjukkan hasil simulasi desain antenna yang berada pada frekuensi kerja 2,45 Ghz dengan nilai return lossnya sebesar -40,40441 dB. Dapat dilihat bahwa nilai return loss menunjukkan nilai yang lebih rendah dari syarat spesifikasi yang ditunjukkan yaitu -10 dB, didapatkan hasil antenna simulasi yang memenuhi spesifikasi fabrikasi antenna.

b) VSWR Antena



Gambar 8. Data hasil VSWR

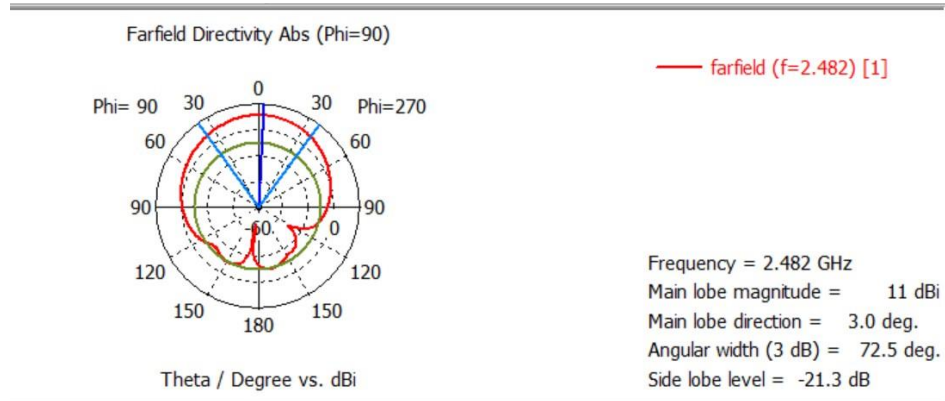
Berdasarkan gambar 8 menunjukkan data hasil simulasi desain antenna pada frekuensi 2,45 GHZ dengan nilai VSWR sebesar 1,019274. Dimana nilai VSWR telah memenuhi kriteria ≤ 2 .

c) Bandwidth

Bandwidth didapatkan pada gambar 4 yakni berdasarkan selisih antara frekuensi atas dan frekuensi bawah menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BW &= \frac{f_2 f_1}{f_c} \times 100 \% \\ &= \frac{2,5 - 2,4}{2,482} \times 100 \\ &= 4,029 \% \end{aligned}$$

d) Gain dan Pola radiasi antenna

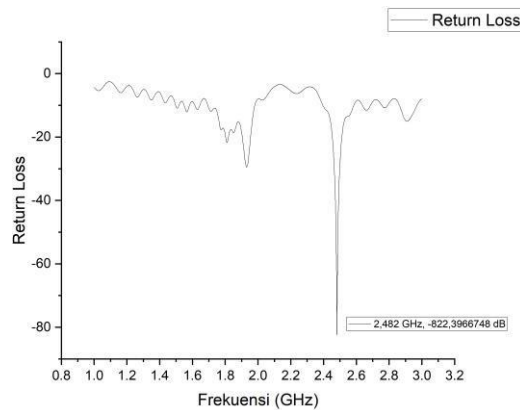


Gambar 9. Data hasil pola radiasi

Pada gambar 9 menunjukkan gain antena sebesar 11 dBi. Pola radiasi yang didapatkan pada simulasi antena adalah direksional. Direksional merupakan arah pancaran antena secara searah.

Hasil pengukuran NANO VNA

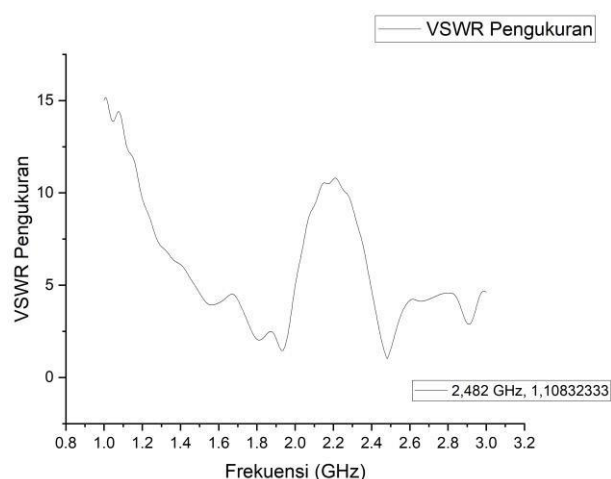
a) Hasil Pengukuran *return loss* antena



Gambar 10. Data hasil pengukuran *return loss*

Pada gambar 10 didapatkan data pengukuran *return loss* pada frekuensi 2.482 GHz dengan nilai sebesar -82,3966748 dB. Dimana untuk syarat spesifikasi dari nilai *return loss* adalah < -10 dB. Pada kondisi nilai gelombang yang dipancarkan lebih kecil daripada nilai gelombang yang dikirim sehingga semakin kecil nilai *return loss* yang dihasilkan maka semakin kecil juga gelombang yang direfleksikan.

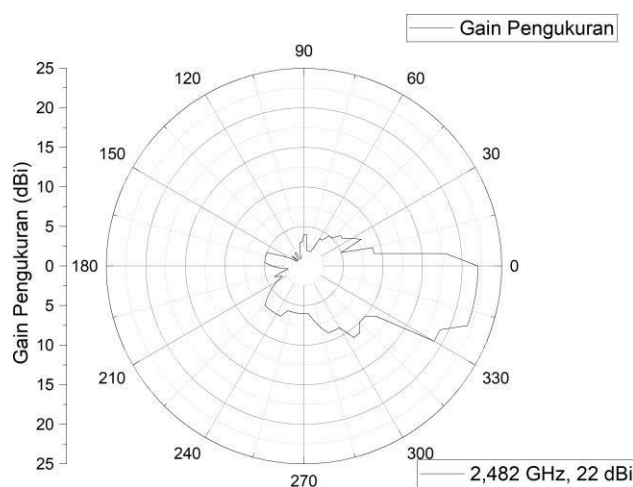
b) Hasil Pengukuran VSWR



Gambar 11. Data hasil pengukuran VSWR

Pada gambar 11 diperoleh data pengukuran VSWR pada frekuensi 2,482 GHz dengan nilai sebesar 1,10832333. Dimana pada hasil pengukuran VSWR yang baik untuk antenna adalah bernilai 1 sampai dengan maksimal 2. Sehingga nilai yang didapatkan antenna pada hasil pengukuran ini telah memenuhi spesifikasi nilai VSWR.

c) Hasil Pengukuran *Gain* dan Pola radiasi antenna



Gambar 12. Data hasil pengukuran *gain* dan pola radiasi

Pada gambar 12 didapatkan data hasil pengukuran *gain* dan pola radiasi antenna pada frekuensi 2,482 GHz sebesar 22 dBi. Pengukuran pola radiasi ini dimulai pada sudut 0° sampai dengan 360° dengan jarak tempuh sebesar ±1 Km tanpa terhalang dengan gedung-gedung tinggi. Pola radiasi yang dihasilkan adalah direksional.

d) Hasil Pengukuran *Bandwidth* antenna

Bandwidth yang didapatkan pada gambar 4.23 adalah berdasarkan selisih

antara nilai frekuensi atas dan frekuensi bawah menggunakan persamaan (2.1).

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \%$$

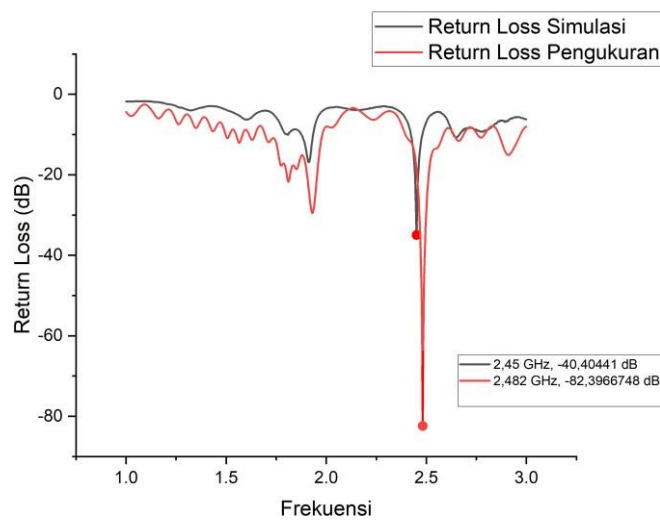
$$BW = 4 \%$$

Nilai *bandwidth* yang dihasilkan pada frekuensi 2,482 GHz adalah sebesar 4 %

Hasil Perbandingan Simulasi dan Pengukuran antena

Pada perbandingan simulasi dan pengukuran antena didapatkan nilai sebagai berikut.

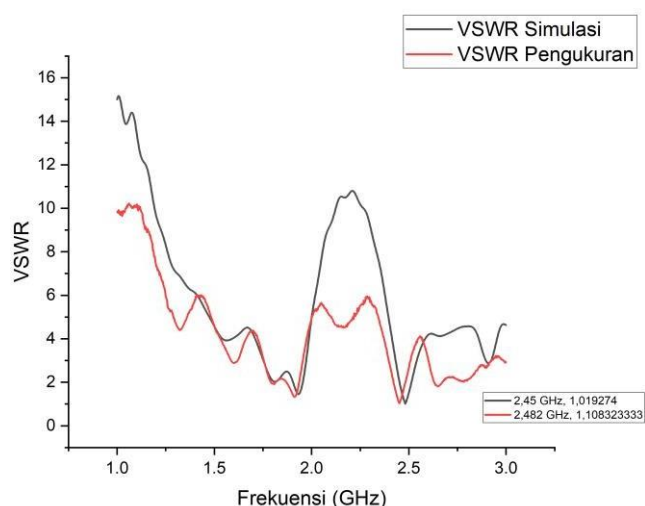
- a) Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran *return loss*



Gambar 13. Data perbandingan simulasi dan pengukuran *return loss*

Pada gambar 13 didapatkan data perbandingan simulasi dan pengukuran *return loss* bahwa hasil pengukuran *return loss* lebih curam dibandingkan dengan nilai hasil simulasi. Dimana pada data simulasi *return loss* pada frekuensi 2,45 GHz sebesar -40,40441 dB sedangkan pengukuran *return loss* pada frekuensi 2,482 GHz sebesar -82,3966748 dB.

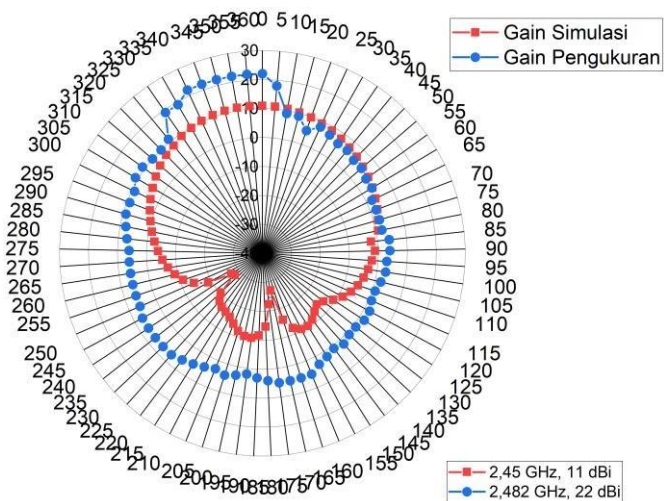
- b) Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran VSWR



Gambar 14. Data perbandingan simulasi dan pengukuran VSWR

Pada gambar 14 didapatkan data perbandingan simulasi dan pengukuran VSWR bahwa hasil simulasi pada frekuensi 2,45 GHz sebesar 1,019274 sedangkan hasil pengukuran pada frekuensi 2,482 GHz sebesar 1,108323333. Dimana hasil pengukuran yang baik untuk antena adalah yang bernilai 1 sampai maksimal 2.

c) Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran *gain* dan pola radiasi



Gambar 15. Data perbandingan simulasi dan pengukuran *gain* dan pola radiasi

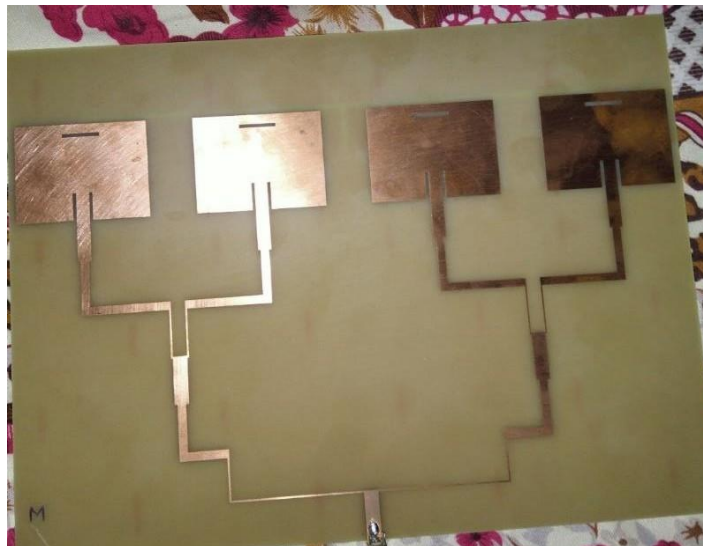
Pada gambar 15 didapatkan data perbandingan simulasi dan pengukuran *gain* dan pola radiasi dengan ditunjukkan pada kurva berwarna biru adalah hasil simulasi sedangkan kurva berwarna merah adalah hasil pengukuran. Hasil simulasi didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz dengan nilai sebesar 11 dBi sedangkan hasil pengukuran didapatkan pada frekuensi 2,482 GHz dengan nilai sebesar 22 dBi. Hasil

perbandingan data simulasi dan pengukuran antena mikrostrip rectangular dengan slot persegi panjang dan slot T pada groundplane menghasilkan nilai simulasi sebesar 11 dBi dan nilai pengukuran 22 dBi dengan pola radiasi direksional (satu arah).

d) Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran *Bandwidth*

Bandwidth yang didapatkan pada gambar 4.26 adalah berdasarkan selisih antara nilai frekuensi atas dan frekuensi bawah menggunakan persamaan (2.1). Perbandingan nilai simulasi dan pengukuran *bandwidth* adalah dimana hasil simulasi pada frekuensi 2,45 GHz sebesar 4,029 % sedangkan hasil pengukuran pada frekuensi 2,482 GHz sebesar 4 %.

Hasil Fabrikasi antena



Gambar 16. Hasil fabrikasi antena tampak depan



Gambar 17. Hasil fabrikasi antenna tampak belakang

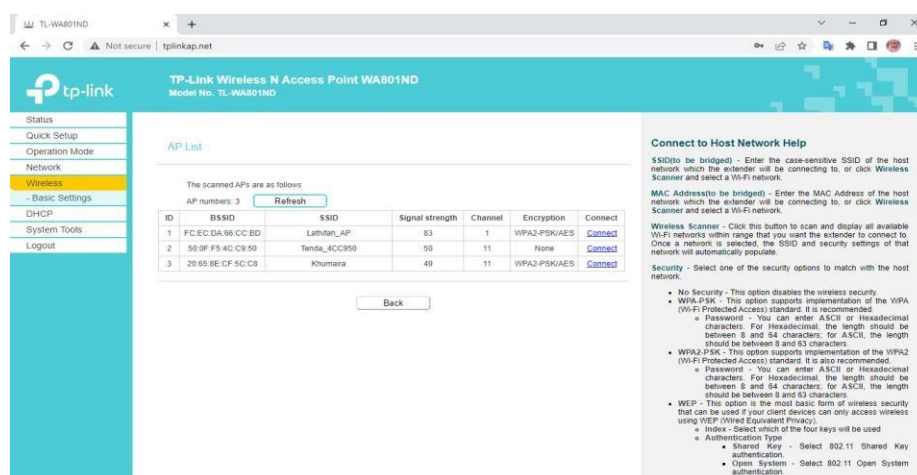
Pada gambar 16 dan 17 adalah hasil fabrikasi desain antenna mikrostrip *rectangular* dengan slot persegi panjang pada *groundplane* dengan diberi slot T berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software CST Suite 2021*.

Hasil pengukuran gain dan pola radiasi

Pengukuran *gain* dan pola radiasi antenna menggunakan antenna wajanholic sebagai pemancar yang memiliki kekuatan sinyal 120 dan *gain* sebesar 16,4 dB. Sinyal yang diberikan antenna yang sedang diuji dari *access point* dihubungkan dengan konektor dan kabel koaksial. Pada *access point* juga diberikan SSID yang dapat diidentifikasi oleh penerima.



Gambar 18. Pengukuran kelayakan dan kemampuan antena



Gambar 19. TP-Link Wireless Acces Point

Untuk mengetahui berapa besar kekuatan sinyal antena yang sedang diuji menggunakan *Wireless Access Point* dengan 2 channel yang digunakan seperti gambar

19. pemilihan channel sangat penting agar tidak terjadi overlap dengan jaringan *wireless* lainnya.

hasil dari pengukuran kelayakan dan kemampuan antena, selanjutnya membandingkan hasil antena fabrikasi dan antena omni. Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Gain_{uji} - Gain_{omni} = Sinyal_{uji} - Sinyal_{omni}$$

$$Gain_{uji} = (Sinyal_{uji} - Sinyal_{omni}) + Gain_{omni}$$

Ketidakpastian pada simulasi dan pengukuran antena mikrostrip

Pada simulasi *return loss* menghasilkan nilai sebesar -40,40441 dB dengan ketidakpastian $\pm 0,000005$ dB. Nilai skala terkecil pada *return loss* adalah 0,00001 dB. Pada simulasi VSWR menghasilkan nilai sebesar 1,019274 dengan nilai skala terkecil 0,00001 ketidakpastian $\pm 0,000005$. Nilai skala terkecil pada VSWR adalah 0,00001. Pada simulasi *gain* dan pola radiasi menghasilkan nilai sebesar 11 dBi dengan ketidakpastian 0,5 dBi. Nilai skala terkecil pada *return loss* adalah 0,5 dBi

Pada pengukuran *return loss* menghasilkan nilai sebesar -82,3966748 dengan ketidakpastian $\pm 0,000005$ dB. Nilai skala terkecil pada *return loss* adalah 0,00001 dB. Pada pengukuran VSWR menghasilkan nilai sebesar 1,10832333 dengan ketidakpastian $\pm 0,000005$. Nilai skala terkecil pada VSWR adalah 0,00001. Pada pengukuran *gain* dan pola radiasi menghasilkan nilai sebesar 22 dBi dengan ketidakpastian $\pm 0,5$ dBi. Nilai skala terkecil pada *gain* adalah 0,5 dBi.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil perancangan dan simulasi desain antena mikrostrip patch rectangular dengan slot persegi panjang dan slot T pada groundplane dapat disimpulkan bahwa:

1. Didapatkan hasil desain antena yang bekerja pada frekuensi 2,482 Ghz
2. Karakteristik simulasi desain antena:
 - a. Return loss sebesar -40,404 dB
 - b. VSWR sebesar 1,019
 - c. Bandwidth sebesar 4,029 %
 - d. Gain antena sebesar 11 dBi
 - e. Pola radiasi directional

Saran pada penelitian ini adalah agar lebih teliti dan tekun dalam perhitungan dan

simulasi antena.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdurrahman, F. (2018). Desain Antena Microstrip Rectangular Untuk Wifi Pada Frekuensi 2,462 GHz Dan 5,52 Ghz. 1-38
- Alwi, E. I. (2019). Analisis Kualitas Sinyal Wifi Pada Universitas Muslim Indonesia. *Informatics Journal* Vol.4 No.1
- Artawan, P., dan Purnamawan, I. K. (2012). Fabrikasi dan Karakterisasi Antena *Patch* Microstrip Array 4x4 Untuk Aplikasi Wi-Fi Pada Frekuensi 2.4 Ghz. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 1 No. 2
- Balanis C. A. (2005). "Antenna Theory, Analysis and Design," 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley.
- D. M. Pozar, and D. H. Schaubert. (1995) " Microstrip Antennas, the Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays," IEEE Press, New York, USA.
- Edward, T. (1991). *Foundations for Microstrip Circuit Design*. Second Edition. Includes bibliographical references and index
- Elesawy, H., Swelam, W., Fouda, A., and Hafez, I. M. (2013). Design of Microstrip Array Antenna for Wireless Communication Application. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, Vol. 3, Issue 12(December. 2013), ||V1|| PP 01-07
- Hamdani, M., dan Setiyadi, A. (2020). PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY BERBENTUK MAWAR PATCH DENGAN PENCATUAN FEEDLINE PADA FREKUENSI WLAN 2.4 GHz DAN 5.2 GHz. *Sainstech* Vol. 30 No. 2
- Henriksen, A. D., Rozlosnik, N., and Hansen, M. K. (2015). Geometrical optimization of microstripe arrays for microbead magnetophoresis. *BIOMICROFLUIDICS* 9, 054123 (2015).
- Hund, E. (1989). *Microwave communications: components and circuits*. INTERNATIONAL EDITION
- Husna, N., Jamlos, M. A., Mustafa, W. A., dan Idrus, S. Z. S. (2020, September). High *Gain* of 2x1 Simulated Circularly Polarized Rectangular Microstrip *Patch* Array Antenna. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 917, No. 1, p. 012071). IOP Publishing.
- James, J. R., Hall, P. S., and Wood, C. (1981). *Microstrip Antenna Theory And Design*. IEE Electromagnetic Waves Series 12, Peter Peregrinus Ltd, London, United Kingdom.
- Kin-Lu Wong. 2002."Compact and Broadband Microstrip Antennas", JohnWiley & Sons, Inc.
- Kumar, Grish., dan Ray, K., P. (2003). *Boradband dengan Antennas*. Amerika Serikat: Artech House, Inc
- Lidow, A., Strydom, J., Rooij, M. D., dan Reusch, D. (2015). GaN Transistors for Efficient Power Conversion. *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. – Second edition
- Lopez-Garde, J. M., Del-Rio-Ruiz, R., Legarda, J., dan Rogier, H. (2021). 2× 2 Textile Rectenna Array with Electromagnetically Coupled Microstrip *Patch* Antennas in the 2.4 GHz WiFi Band. *Electronics*, 10(12), 1447. <https://doi.org/10.3390/electronics10121447>
- Lumembang, M. M., Bualkar, A., dan Arifin, A. (2019). Karakterisasi Antena Mikrostrip *Slop Bowtie* Pada Frekuensi 2,4 GHz. *Risalah Fisika* Vol.3 no. 1(2019) 1-4
- Mailloux, R. J., Mcilvenna, J. F., and Kernweis, N. P. (1981). *Microstrip Array Technology*. IEEE Transactions On Antennas And Propagation, Vol. AP-29, No.1, Januari 1981.
- Mahatmanto, B. P. A., dan Apriono, C. (2020, September). High *Gain* 4× 4 Microstrip Rectangular *Patch* Array Antenna for C-Band Satellite Applications. In *2020 FORTEI-*

- International Conference on Electrical Engineering (FORTEI-ICEE)* (pp. 125-129). IEEE.
- Mashaghba, H. A., Rahim, H. A., Soh, P. J., Abdulmalek, M., Adam, I., Jusoh, M., ... dan Rani, K. N. A. (2020, September). 1×4 Patch Array All-Textile Antenna for WLAN Applications. In *2020 2nd International Conference on Broadband Communications, Wireless Sensors and Powering (BCWSP)* (pp. 21-25). IEEE.
- Pandiangan, P., & Arkundato, A. (2018). Ketidakpastian dan Pengukuran. *MODUL 1: KETIDAKPASTIAN DAN PENGUKURAN 1.1*.
- Rahayu, Vira. (2012). *Fabrikasi dan Karakterisasi Desain Antena Mikrostrip Line Berstruktur F dengan Feed Stripline*. Surabaya: Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahayu, V., Sholihah, L., dan Khotimah, K. (2020). SIMULASI DESAIN ANTENA MIKROSTRIP U-SHAPE UNTUK KOMUNIKASI 5G. *Jurnal Matematika dan Sains*, 1(1), 31-40.
- Rahimi, Z. (2011). The Finite Integration Technique (FIT) and The Application in Lithography Simulations. Universitas Erlangen-Nurnberg
- Saidah, N., dan Rahayu, V. (2021). FABRIKASI DAN KARAKTERISASI ANTENA MIKROSTRIP PATCH RECTANGULAR DENGAN SLOT PERSEGI PANJANG & SLOT T PADA GROUNDPLANE UNTUK FREKUENSI WiFi (2,4 GHZ). *Jurnal Matematika dan Sains*, 1(2), 133-142.
- Sani, A., dan Ramadani, A. (2020, September). Microstrip Array Design and Implementation for WiFi External Antenna. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 166-169). IEEE.
- Srilakshmi, R., Manikandan, T., and Bhanu, S. T. (2018). Performance Comparison of S-Band Antenna with Series Fed and Corporate Fed Microstrip Array. *International Journal Of Engineering & Technology*. 7 (2.33) (2018) 1036-1039.
- Subbulakshmi, P., Rajkumar, R. (2013). *Design and Characterization of Corporate Feed Rectangular Microstrip Patch Array Antenna*. IEEE International Conference on Emerging Trends in Computing, Communication and Nanotechnology (ICECCN 2013) 978-1-4673-5036-5/13/\$31.00 © 2013 IEEE
- Sugiarto, S. K., Mujahidin, I., dan Setiawan, A. B. (2019, November). 2,5 Ghz Antena Mikrostrip Polarisasi Circular Model Patch Yin Yang untuk Wirelles Sensor. *JEECAE* Vol.4, No.2.
- Sumpena, M. R., Madiawati, H., dan Elisma, E. (2020, September). Desain Antena Susun Mikrostrip Rectangular Patch 4x2 Untuk Aplikasi 5G. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 11, No. 1, pp. 591-595).
- Wahab, N. A., Maslan, Z. bin, Muhamad, W. N. W., & Hamzah, N. (2010). Microstrip rectangular 4×1 patch array antenna at 2.5GHz for WiMax application. *Proceedings - 2nd International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, CICSyN 2010*, 164–168.
- Wahyudi, E., Pramono, S., dan Yuniati, M. (2015, November). PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP REKTANGULAR 2 ARRAY PADA APLIKASI WiFi. In *SENS*.
- Zhong, J., Lee, C. W., Kiourti, A., dan Volakis, J. L. (2018). Body-Worn 30:1 Bandwidth Tightly Coupled Dipole Array on Conductive Textiles. 1536-1225 (c) 2018 IEEE.