

RANCANG BANGUN ANTENA *MIKROSTRIP* ARRAY 4x1 PATCH SQUARE UNTUK JARINGAN WIFI

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A 4x1 SQUARE PATCH MICROSTRIP ARRAY ANTENNA FOR WIFI APPLICATIONS

Aprinal Adila Asril^{1*}, Nasrul², Yustini³, Amelia Yolanda⁴, Uzma Septima⁵

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang¹²³⁴⁵, Kampus Limau Manis
Padang 25163, Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576, Indonesia

e-mail: aprinal69@gmail.com, nasrulnawi.065@gmail.com, yustini@pnp.ac.id, uzmasseptima@gmail.com,,
amelia@pnp.ac.id,

ABSTRACT

This research aims to design and implement a microstrip array 4x1 patch square antenna for a Wi-Fi (Wireless Fidelity) using the software CST Studio Suite 2019 and using a Vector Network Analyzer for antenna testing. Some antenna parameters that were determined include return loss, bandwidth, VSWR, radial pattern, and gain. This antenna has an antenna size of 125 x 130 mm. The antenna is designed based on the characteristics of several antenna parameters, namely having a return loss of ≤ -10 dB, a gain value of ≥ 1 dB, and a VSWR ≤ 2 . The type of substrate used is FR-4 (lossy) with a dielectric constant specification of 4.3, characteristic impedance of 50 ohms and thickness of 1.6 mm. The groundplane material used is copper with a thickness of 0.035 mm. The results of optimizing the microstrip array antenna parameters are a return loss of -17.72 dB with a frequency of 2.4 GHz, a VSWR value of 1.34 with a frequency of 2.4 GHz and has a unidirectional radiation pattern. Meanwhile, the return loss value for the manufactured antenna was found to be -18.7 dB with a frequency of 2.46 GHz and a VSWR value of 1.26 with a frequency of 2.46 GHz.

Keywords: Antena Mikrostrip Array, Return loss, bandwidth, VSWR, Pola radiasi, dan gain.

I. PENDAHULUAN

Telekomunikasi adalah hal yang sangat penting pada saat ini, era teknologi informasi sekarang menurut adanya komunikasi yang cepat, realtime, dimana saja dan kapan saja. Sistem komunikasi *wireless* merupakan sistem komunikasi dengan media transmisi berupa propagasi gelombang elektromagnetik tanpa harus terkoneksi dengan kabel. Contoh aplikasi dari sistem ini adalah *Wi-Fi*.

Sebagian penelitian antena mikrostrip untuk *Wi-Fi* masih memiliki Gain relatif rendah (umumnya < 8 dBi), *Bandwidth* sempit (kurang optimal untuk WiFi modern).

Penelitian antena mikrostrip untuk aplikasi *Wi-Fi* telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada antena *single patch* atau *array* sederhana seperti 2x1 dan 2x2 dengan performa *gain* dan *bandwidth* yang terbatas. Selain itu, penggunaan bentuk *patch square* dalam konfigurasi *array* 4x1 masih belum banyak dikaji secara mendalam, khususnya terkait optimasi parameter desain, pola radiasi, dan peningkatan kinerja antena. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang merancang dan mengimplementasikan antena *mikrostrip array* 4x1 *patch square* yang mampu meningkatkan performa *gain*, *bandwidth*, serta sesuai untuk aplikasi jaringan *Wi-Fi*.

Penelitian yang tulis oleh Tiara Kartika Putri JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)[1], penelitian menunjukkan bahwa antena *mikrostrip array* 4x1 telah digunakan untuk aplikasi komunikasi pada frekuensi 2.4 GHz, namun masih berfokus pada miniaturisasi tanpa optimasi performa seperti *gain* dan *bandwidth*.

Jurnal lain yang ditulis oleh Rizky Junior Jurnal Ilmiah GIGA Volume 24 (1) Juni 2021, penggunaan *patch* rectangular pada konfigurasi *array* 4x1 masih menghasilkan *gain* yang relatif rendah sekitar 3.1 dBi sehingga hasil yang diharapkan belum optimal, *bandwidth* masih terbatas [2].

Sedangkan penelitian oleh Khomsah Wafiyatul Amanah (Fuse-teknik Elektro), fokus pada frekuensi 920–923 MHz, menggunakan *array* 4 elemen, antena yang dirancang bukan untuk *Wi-Fi* dan tidak membahas optimasi untuk 2.4 GHz [3].

Penelitian yang penulis rancang ini memiliki kebaruan dalam pengembangan antena mikrostrip *array* 4x1 dengan menggunakan *patch* berbentuk *square* yang belum banyak dikaji pada penelitian sebelumnya. Selain itu, dilakukan optimasi parameter desain seperti dimensi *patch*, jarak antar elemen, dan teknik pencatutan untuk meningkatkan performa antena, khususnya *gain*

dan *bandwidth* pada frekuensi 2.4 GHz. Penelitian ini juga mengintegrasikan simulasi dan realisasi antenna untuk memastikan kesesuaian antara hasil perancangan dan implementasi, sehingga menghasilkan antenna yang lebih optimal untuk aplikasi jaringan *Wi-Fi*.

Kebaruan penelitian ini terletak pada perancangan antenna mikrostrip *array* 4x1 menggunakan patch berbentuk *square* yang dioptimasi untuk meningkatkan gain, *bandwidth*, dan performa antenna pada frekuensi *WiFi* 2.4 GHz. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan proses simulasi dan realisasi antenna untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan aplikatif dibandingkan penelitian sebelumnya

Dalam penerapannya, salah satu perangkat yang digunakan untuk mengakses *Wi-Fi* adalah antenna. Antena digunakan untuk mentransfer gelombang elektromagnetik yang terbimbing menjadi gelombang yang diradiasikan dalam medium bebas untuk dipancarkan ke antenna penerima. Selain itu, antenna pada *Wi-Fi* juga berfungsi sebagai penguat daya pancar.

Kualitas sebuah antenna sangat mempengaruhi kualitas informasi yang diterima, sehingga antenna sebagai salah satu perangkat telekomunikasi harus dibuat dengan dimensi yang kecil, *fleksibel*, praktis dan berkualitas. Berbagai antenna telah banyak dikembangkan untuk beragam aplikasi, salah satunya adalah antenna *mikrostrip*. Antena mikrostrip mempunyai karakteristik yang kecil, ringan, tipis, mudah difabrikasi, mudah untuk diinstalasi, biaya yang rendah tetapi antenna mikrostrip juga memiliki kerugian di antaranya *bandwidth* yang sempit. *Bandwidth* antenna dapat ditingkatkan dengan berbagai metode seperti meningkatkan ketebalan substrat dengan nilai dielektrik konstan yang rendah, dengan serta dengan mencoba antenna dengan bentuk-bentuk yang berbeda.

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada peneltian adalah bagaimana merancang antenna *mikrostrip array* 4x1 patch square untuk jaringan wifi, bagaimana mengukur parameter antenna *mikrostrip array* 4x1 patch square untuk jaringan *wi-fi*, bagaimana menganalisa hasil parameter antenna yang dipabrikasi terhadap antenna yang dibuat menggunakan *CST Studio Suite* 2019, bagaimana hasil pengujian antenna mikrostrip *array* 4x1 patch square untuk jaringan wifi, dan melakukan pengujian hanya pada *wi-fi* menggunakan *Network Cell Info Lite*.

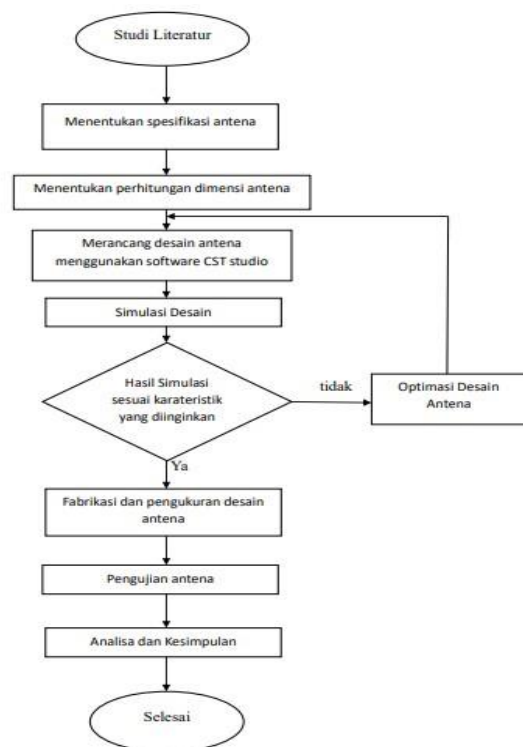
Tujuan dari peneltian dapat merancang antenna *mikrostrip array* 4x1 patch square untuk jaringan *wi-fi*, dapat mengetahui parameter antenna *mikrostrip array* 4x1 patch square untuk jaringan wifi yang telah dibuat, dan dapat

membandingkan hasil pengukuran antenna *mikrostrip* dengan simulasi.

Penelitian ini penting dilakukan karena mampu memberikan solusi terhadap permasalahan keterbatasan jangkauan dan kualitas sinyal pada jaringan *Wi-Fi* melalui perancangan antenna mikrostrip *array* 4x1 patch square. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan desain antenna *mikrostrip* yang lebih optimal, serta memiliki potensi implementasi nyata dengan biaya yang relatif rendah dan performa yang baik.

II. METODE

A. Diagram Alir :



Gambar 1. Diagram Alir

Diagram alir yang ditampilkan menggambarkan alur kerja sistem mulai dari tahap *awal* (input), kemudian dilanjutkan dengan proses pengolahan data, pengambilan keputusan (decision), hingga menghasilkan *output*. Pada setiap tahap, terdapat kemungkinan percabangan yang menentukan langkah selanjutnya berdasarkan kondisi tertentu. Dengan adanya diagram alir ini, proses kerja sistem menjadi lebih mudah dipahami dan terstruktur.

B. Perancangan Menggunakan Software Studio Suite (CST) 2019 :

Tujuan perancangan antenna adalah untuk mendapatkan hasil desain yang lebih detail dan spesifik sehingga sesuai dengan keinginan. Dalam perancangan antenna ini penulis

menggunakan perangkat lunak CST Studio 2019. Alasan penulis menggunakan perangkat lunak tersebut adalah karena penggunaannya yang lebih sederhana dan proses simulasi yang lebih cepat. Pada tahap ini dilakukan penentuan spesifikasi antenna *patch rectangular* yang diinginkan sesuai dengan kegunaannya, dengan spesifikasi yang sudah ditentukan akan mempermudah dalam tahap optimasi. Spesifikasi antenna meliputi beberapa parameter yang ada di antenna seperti *VSWR*, frekuensi Kerja, Pola radiasi dan *Gain*. Spesifikasi dari antenna tertera pada Tabel. 1

Tabel 1. spesifikasi antenna

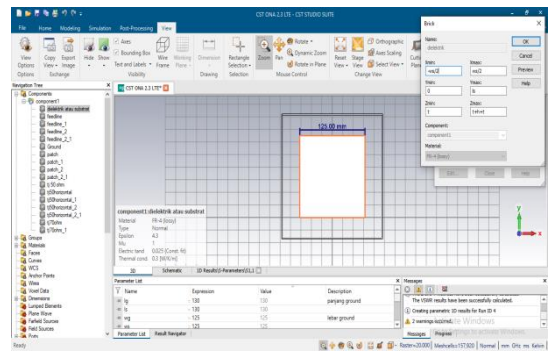
No	Spesifikasi	Deskripsi	Spesifikasi	Deskripsi
1	Desain antenna	<i>Patch rectangular</i>	<i>VSWR</i> ≤ 2	
2	Frekuensi kerja	2.4 dan 5.8 GHz	Polarisasi	Unidirectional
3	Impedansi	50 Ω	Bahan	FR -4 Epoxy
4	Return Loss	≤ -10 dB		

Memasukkan nilai parameter antenna pada software CST Studio Suite 2019 berupa ukuran elemen antenna yang sudah dilakukan perhitungan sebelumnya. Adapun tampilan parameter yang dimasukkan ditampilkan pada gambar 2.

Name	Expression	Value	Description
ls	= 140	140	
ws	= 135	135	lebar substrate
lg	= 130	130	panjang ground
wg	= 125	125	lebar ground
w	= 38	38	lebar patch
l	= 38	38	panjang patch
lf	= 14.12	14.12	panjang feed 50 ohm
r	= 14.12	14.12	jarak antar patch
wf	= 4	4	lebar feed 50 ohm
wf2	= 2	2	lebar t junction 70 ohm
h	= 1.6	1.6	tebal dielektrik atau substrat
op	= 2276/2400	0.9483333333333333	optimasi
t	= 0.035	0.035	tebal konduktor

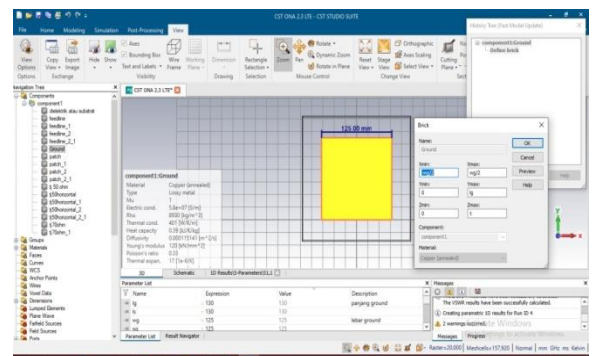
Gambar 2. Parameter antenna pada software

Selanjutnya membuat desain sesuai dengan hasil perhitungan, dimulai dengan membuat substrate. Pilih menu modeling, lalu klik brick (simbol persegi panjang), lalu tekan tombol ESC yang ada di keyboard lalu mengisi ukuran substrat yang akan dirancang dan klik preview untuk memasukan nilai dari substrate, sebagaimana yang terlihat pada gambar 3. dengan h adalah ketebalan *substrate* dan jenis material yang di pakai untuk substrate ini adalah FR-4 (*lossy*)



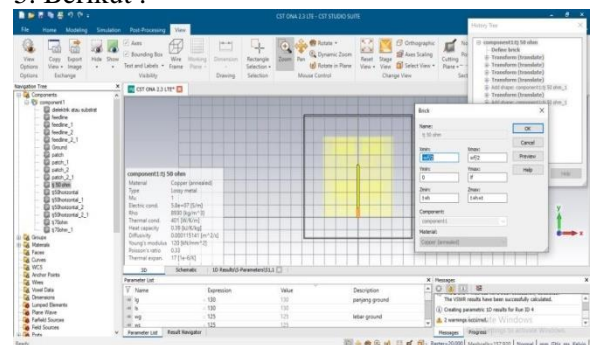
Gambar 3. Tampilan ukuran mendesain *substrate*

Selanjutnya mendesain bagian ground dibelakang *substrate*, cara dan ukurannya sama dengan *substrate*, hanya berbeda pada bahan yang digunakan dan ketebalannya. Bahan *ground* adalah *copper* dan ukuran ketebalan *ground* sebesar 0.035 mm, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan ukuran mendesain *ground*

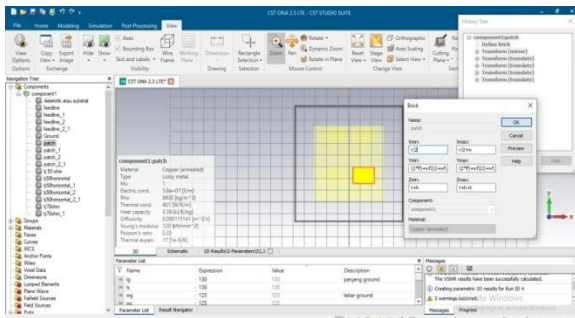
Sebelum membuat patch, terlebih dahulu kita membuat *feedline* dengan cara klik pick point di modeling dan klik pada bagian bawah *substrate* lalu tekan huruf W untuk menampilkan *wes*. Klik brick maka akan muncul tampilan seperti gambar 5. Berikut :



Gambar 5. Tampilan ukuran mendesain *feedline*

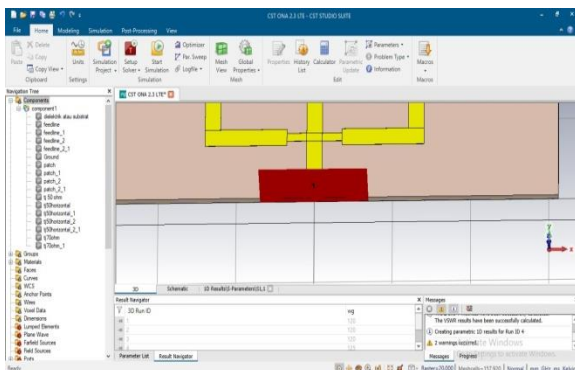
Setelah itu kita buat *patchnya*. Pertama tekan *pick point center* pada modeling, lalu klik pada bagian atas *feedline* tadi, lalu tekan W untuk menampilkan *wes*.

Setelah itu tekan brick dan tekan esc, lalu masukkan ukuran patch seperti mengisi ukuran *feedline*. Tekan preview untuk melihat bentuk *patch* dapat dilihat pada gambar 6.



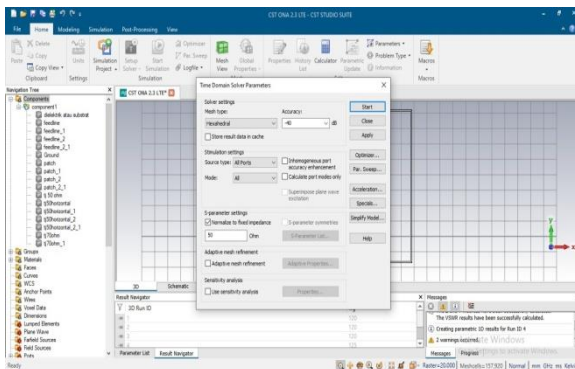
Gambar 6. Tampilan Patch

Selanjutnya tambahkan *ports* dengan cara klik pick lalu pilih *pick face* pada bagian bawah dari feeding, lalu klik menu home lalu pilih *Macro-Solver-ports-Calculate* point, maka akan muncul tampilan seperti yang ditampilkan gambar 7.



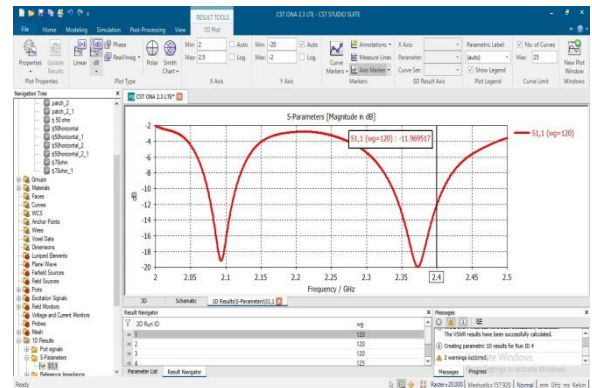
Gambar 7. Tampilan setelah diberi port

Setelah desain dan pemberian port pada antenna selesai. Selanjutnya mensimulasikan dengan cara mengklik home lalu setup slover kemudian start seperti gambar 8.

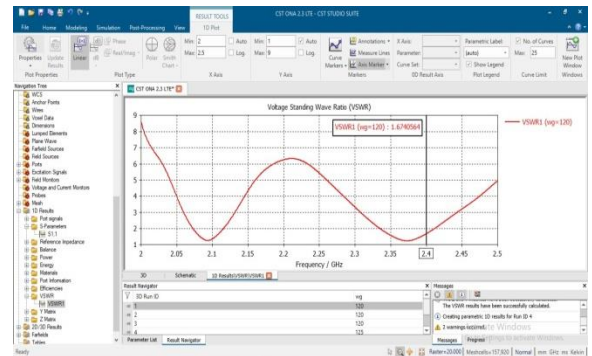


Gambar 8. tampilan ketika star

Setelah proses simulasi selesai lalu memilih bagian S-Parameter. Untuk nilai return loss dapat dilihat pada gambar 9 dan untuk nilai VSWR dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 9. Tampilan Return loss sebelum optimasi



Gambar 10. Tampilan VSWR sebelum optimasi

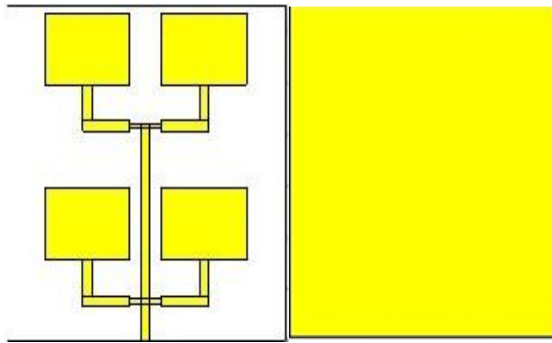
C. Studi Parametrik

Dari studi parametrik yang telah dilakukan, diperoleh hasil antenna yang optimal dengan ukuran pada tabel 2.

Tabel 2. Studi parametric Antena

No	Parameter	Nilai (mm)
1	Panjang substrat (Ls)	130
2	Lebar substrat (Ws)	125
3	Panjang ground (Lg)	130
4	Lebar ground (Wg)	125
5	Lebar patch (W)	38
6	Panjang patch (L)	29.5
7	Panjang feed 50 ohm (Lf)	14.12
8	Jarak antar patch (r)	14.12
9	Lebar feed 50 ohm (Wf)	4
10	Lebar t junction 70 ohm (Wf2)	2
11	Tebal dielektrik atau substrate (h)	1.6
12	Tebal konduktor (t)	0.035

Berikut adalah gambar perancangan antenna setelah optimasi terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Perancangan antenna tampak depan dan tampak belakang

D. Fabrikasi Antena

Proses fabrikasi antenna mikrostrip array ini dilakukan dasar telekomunikasi, adapun alat dan bahan yang digunakan seperti pada tabel 3 serta langkah-langkah pembuatan antenanya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan antenna

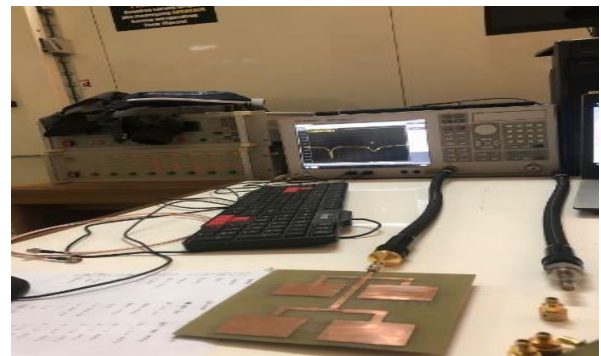
No	Alat	Bahan
1	Solder	Konektor jack female SMA
2	Penghisap timah	PCB double layer
3	Setrika	Kertas transfer PCB layer
4	Amplas	Larutan (H3 dan HCL H202)
5	Spidol permanen	Pasta solder
6	Wadah plastik	Timah
7	Kikir Tiner	

Berikut langkah-langkah dalam pembuatan mikrostrip array patch square adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan semua bahan dan peralatan yang akan digunakan.
2. Mengukur PCB sesuai dengan ukuran hasil akhir optimasi dengan ukuran 125x130 mm. proses pengukuran PCB
 - a. Memotong PCB sesuai ukuran yang telah di ukur lalu rapikan dengan menggunakan kikir, sehingga diperoleh hasil PCB yang sesuai, kemudian bersihkan PCB.
 - b Selanjutnya membuat desain yang ada di software ke papan PCB sesuai ukuran aslinya dengan cara mencetak desain ke kertas HVS
 - c. Selanjutnya menempelkan desain tersebut ke PCB dan dipanaskan menggunakan setrika agar desain menempel ke papan PCB dengan baik.

d. Setelah itu kita menyiapkan wadah lalu isi dengan menggunakan larutan H3, masukkan PCB ke dalam wadah tersebut, tunggu beberapa saat hingga proses pelarutan selesai.

3. Setelah proses pelarutan selesai, kemudian dilakukan pembersihan pada PCB dari sisa tinta print copy desain antenna dengan menggunakan tiner dan kain setelah itu di amplas dengan tujuan supaya ketika penyolderan konektor melekat ke papan PCB dengan baik.
4. Menghubungkan konektor ke bagian port antenna mikrostrip dengan cara menyoldernya dengan menggunakan timah, begitu juga dengan bagian groundplane. PCB yang sudah terpasang .
5. Setelah semua proses pengerjaan antenna selesai, barulah dilakukan pengukuran pada antenna yang sudah dibuat

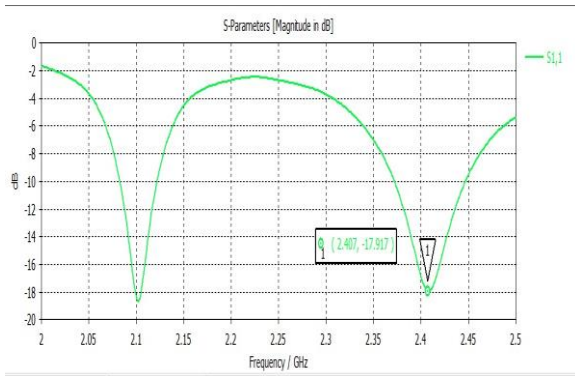


Gambar 11. Proses pengukuran antenna

III. PEMBAHASAN DAN ANALISA

A. Hasil optimasi return loss

Return loss merupakan perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitude gelombang yang dikirimkan. Nilai return loss yang baik untuk sebuah antenna adalah dibawah -10 dB. Nilai parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak. Yang mana mengartikan bahwa 90% sinyal bisa diserap dan 10% dipantulkan kembali sehingga bisa dikatakan saluran transmisi telah matching. Berikut nilai return loss hasil optimasi pada gambar 12. dengan garis berwarna hijau.

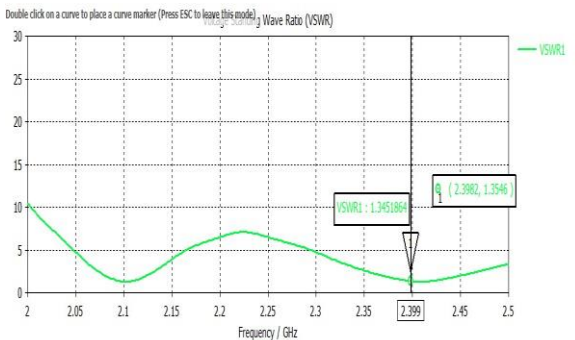


Gambar 12..Nilai return loss hasil optimasi pada frekuensi 2.4 GHz

Berdasarkan gambar 12 didapatkan hasil nilai return loss hasil optimasi pada frekuensi 2.4 yaitu -17.917 dB.

B. Optimasi Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR merupakan gelombang berdiri yang timbul karna kondisi sinyal yang tidak seimbang, sehingga menimbulkan suatu gelombang pantul yang berjalan kembali di sepanjang saluran transmisi ke arah sumbernya. Besar nilai VSWR yang ideal adalah 1 atau setidaknya ≤ 2 . Berikut nilai VSWR hasil optimasi yang dapat dilihat pada gambar 13 dengan garis berwarna hijau.



Gambar 13..Nilai VSWR hasil optimasi pada frekuensi 2.4 GHz

Pada gambar 13 diperoleh nilai VSWR yang ideal hasil optimasi dengan nilai 1.34 dB pada frekuensi 2.4 GHz

C. Optimasi Bandwidth

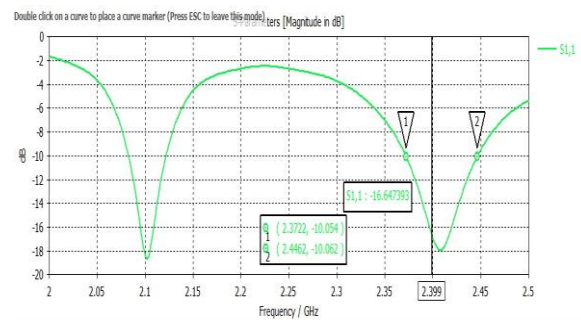
Pada gambar 14 dibawah ini merupakan nilai bandwidth antenna optimasi. Nilai bandwidth dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$BW = fupper - flower \tag{1}$$

Dimana:

- fupper = frekuensi atas
- flower = frekuensi bawah

$$Bandwidth \text{ optimasi frekuensi } 2.4 \text{ GHz} = 2,4462 \text{ GHz} - 2,3722 \text{ GHz} = 0,069 \text{ GHz} = 69 \text{ MHz}$$



Gambar 14 Hasil Bandwidth simulasi antenna optimasi

Pada gambar 14 bahwa bandwidth yang dihasilkan antenna optimasi nilai sebesar 69 MHz.

D. Perbandingan hasil rancangan antenna simulasi, dan fabrikasi

Tabel 4. hasil rancangan simulasi dan fabrikasi

No	Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pabrikasi
1.	Frekuensi kerja	2.4 GHz	2.46 GHz
2.	Return Loss	≤ -10	≤ -10
3.	VSWR	1.29 GHz	1.26 GHz
4.	Bandwidth	0.069 GHz	0.01 GHz
5.	Gain	5.69 dBi	7.5 dBi
6.	Pola Radiasi	unidirectional	unidirectional

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil parameter yang sedikit berbeda antara simulasi dengan fabrikasi seperti terlihat pada tabel 4, namun antenna mikrostrip array yang telah difabrikasi tergolong bagus karena masih memenuhi karakteristik dari parameter antenna. Faktor yang mempengaruhi hasil antenna fabrikasi kurang sesuai dengan hasil simulasi diantaranya karena kurangnya ketelitian pada saat mencetak desain di papan PCB sehingga menyebabkan desain tidak tercetak dengan sempurna pada PCB, pemotongan PCB yang tidak rapi, Proses pelarutan, dan pemasangan konektor.

Hasil perancangan, simulasi, dan fabrikasi antenna mikrostrip array 4x1 patch square untuk aplikasi Wi-Fi, bahwa antenna yang dikembangkan telah berhasil bekerja pada frekuensi yang direncanakan, yaitu sekitar 2.4 GHz, dengan hasil fabrikasi menunjukkan frekuensi kerja sebesar 2.46 GHz yang masih berada dalam rentang frekuensi Wi-Fi, dan parameter performa antenna menunjukkan hasil yang baik, dimana nilai return loss pada simulasi dan fabrikasi telah memenuhi standar ≤ -10 dB, serta nilai VSWR masing-masing sebesar 1.29 dan 1.26 yang menunjukkan pencatutan daya yang efisien dan minim refleksi, dari sisi bandwidth, hasil simulasi sebesar 0.069 GHz mengalami penurunan pada hasil fabrikasi menjadi 0.01 GHz, yang disebabkan oleh faktor realisasi seperti ketidaksempurnaan fabrikasi, rugi-rugi

material, dan toleransi dimensi. Namun demikian, antenna tetap dapat bekerja pada frekuensi target, dan Nilai gain menunjukkan peningkatan yang signifikan dari hasil simulasi sebesar 5.69 dBi menjadi 7.5 dBi pada hasil pengukuran. Hal ini mengindikasikan bahwa konfigurasi *array* 4x1 yang digunakan mampu meningkatkan penguatan sinyal antenna secara efektif. Selain itu, pola radiasi yang dihasilkan bersifat *unidirectional*, sehingga antenna mampu memfokuskan pancaran sinyal ke satu arah dengan lebih optimal.

Dari penelitian yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan beberapa data hasil penelitian yang telah dibuat seperti tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan hasil jurnal beberapa penelitian Antena Mikrostrip (*Wi-Fi & Array*)

Metode disain	frekuensi	Hasil Utama	Kelemahan/Gap
Array 4x1 + slit	2.4 GHz (WiFi)	Gain 6.43 dB, VSWR 1.36	Fokus miniaturisasi, belum optimasi gain & bandwidth

Miniaturisasi Antena Mikrostrip Array 4x1 [1]

Metode disain	frekuensi	Hasil Utama	Kelemahan/Gap
Patch rectangular + CST	2.05 GHz	Gain 3.1 dBi, RL - 25 dB	Gain rendah, belum optimal untuk WiFi jarak jauh

Antena Mikrostrip Rectangular Array 4x1 [2]

Metode disain	frekuensi	Hasil Utama	Kelemahan/Gap
Circular patch array	2.4 GHz & 5G	Mendukung multi frekuensi	Konfigurasi kecil (1x2), gain sangat rendah

Antena Array 1x2 Circular WiFi/WiMAX [4]

Metode disain	frekuensi	Hasil Utama	Kelemahan/Gap
Array 4x1 dual-band	2.4 / 5.8 GHz	Gain 1 dB	Kompleks, belum fokus optimasi bentuk patch

Dual-band Antena Array 4x1 WiFi & 5G [5]

Hasil perancangan, simulasi, dan fabrikasi antenna *mikrostrip array* 4x1 *patch square* untuk aplikasi *Wi-Fi*, bahwa antenna yang dikembangkan telah berhasil bekerja pada frekuensi yang direncanakan, yaitu sekitar 2.4 GHz, dengan hasil fabrikasi menunjukkan frekuensi kerja sebesar 2.46 GHz yang masih berada dalam rentang frekuensi *Wi-Fi*, dan parameter performa antenna menunjukkan hasil yang baik, dimana nilai return loss pada simulasi dan fabrikasi telah memenuhi standar ≤ -10 dB,

serta nilai *VSWR* masing-masing sebesar 1.29 dan 1.26 yang menunjukkan pencatutan daya yang efisien dan minim refleksi, dari sisi bandwidth, hasil simulasi sebesar 0.069 GHz mengalami penurunan pada hasil fabrikasi menjadi 0.01 GHz, yang disebabkan oleh faktor realisasi seperti ketidaksempurnaan fabrikasi, rugi-rugi material, dan toleransi dimensi. Namun demikian, antenna tetap dapat bekerja pada frekuensi target, dan Nilai gain menunjukkan peningkatan yang signifikan dari hasil simulasi sebesar 5.69 dBi menjadi 7.5 dBi pada hasil pengukuran. Hal ini mengindikasikan bahwa konfigurasi *array* 4x1 yang digunakan mampu meningkatkan penguatan sinyal antenna secara efektif. Selain itu, pola radiasi yang dihasilkan bersifat *unidirectional*, sehingga antenna mampu memfokuskan pancaran sinyal ke satu arah dengan lebih optimal.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan antenna *mikrostrip array* 4x1 *patch square* terbukti mampu meningkatkan gain hingga 7.5 dBi, lebih tinggi dibandingkan banyak penelitian sebelumnya yang masih berada pada kisaran rendah, dimana bentuk *patch square* dalam konfigurasi *array* linear menunjukkan performa yang baik dan dapat menjadi alternatif desain dibandingkan *patch rectangular* atau *circular* yang lebih umum digunakan, integrasi antara simulasi dan fabrikasi menunjukkan kesesuaian hasil yang cukup baik, sehingga desain yang diusulkan dapat diimplementasikan secara nyata, dan antenna yang dirancang mampu menghasilkan pola radiasi *unidirectional*, yang sangat sesuai untuk aplikasi *Wi-Fi* dalam meningkatkan jangkauan dan fokus sinyal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini dari awal sampai akhir. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tiara Kartika P, Syah A, Indra S, Miniaturisasi antenna mikrostrip array 4x1 elemen menggunakan teknik peripheral slits, JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga), Vol. 1, No. 2, September 2021, pp. 115-122.
- [2]. Rizky J, Ruliyanta, Endang R Nugroho, Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array 4x1 pada Frekuensi 1800 MHz-2300 MHz, Jurnal Ilmiah GIGA Volume 24 (1) Juni 2021, 35-43

- [3]. Khomsah W A, Ahmad Ha, Sifa N, Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array Empat Elemen Pada Frekuensi 920-923 Mhz Untuk Komunikasi Long Range (LoRa), *Fuse-teknik Elektro*, Vol. 5 ,No. 1 ,29 – 38 ,Juni,2025
- [4]. H. Heru Abrianto, Irmayani H, Mukdien , Desain Antena Mikrostrip Array Tiga Band untuk Aplikasi WiFi dan WiMax, *JURNAL ILMU TEKNIK DAN INFORMATIKA (TEKNIK)*, VOL 2, No.1, Mei 2022, pp. 23 – 30
- [5]. Alam et al. Design And Realization of Dual-Band Linear Array Microstrip Antenna With 4x1 element For WiFi And 5G Communication System, *Buletin Pos dan Telekomunikasi* Vol. 23 No.1 (2025) 31-43
- [6]. R J Hendra, Rahayu, E Safrianti “Analisis antena mikrostrip array bentuk lingkaran dan persegi panjang menggunakan simulasi untuk aplikasi lte frekuensi 2.3 Ghz”, *Jom FTEKNIK* Volume 2 No. 1 Februari ,1-14, 2015
- [6]. D. Primasari, R. Amanati, and M. Rijal, “Analisis Antena Mikrostrip Array Bentuk Lingkaran Dan Persegi Panjang Menggunakan Simulasi Untuk Aplikasi LTE Frekuensi 2.3 Ghz,” *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [7]. A. B. Obot, G. A. Igwue, and K. M. Udofia, “Design and Simulation of Rectangular Microstrip Antenna Arrays for Improved Gain Performance,” *Int. J. Networks Commun.*, vol. 9, no. 2, pp. 73–81, 2019, doi:10.5923/j.ijnc.20190902.02
- [8]. S. Strength, R. Loss, and I. Pendahuluan, “Rancang Bangun Antena Array Mikrostrip Patch Square-Circular Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network (WLAN) Arnold Maruli Simangunsong 1), Fitri Imansyah 2), Dedy Suryadi 3) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unive”.
- [9]. R. F. N. Alam syah, “Meningkatkan Gain untuk Aplikasi LTE pada Frekuensi 2.300 Mhz,” *Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 07, pp. 365–378, 2018.
- [11]. Muqit, Abdul. 2020. Pengertian Dan Definisi Antena. Ebook. POLINEMA PRESS
- [12]. Y. WIDAYANI, " Analisis Kualitas Uplod Dan Download Jaringan Wireless Fidelity (Wifi) Pada Jaringan Gsm Menggunakan Operator Telkomsel Dan Three," pp. 5-16,2017
- [13]. N.M. Sameena, R.B. Konda and S.N. Mulgi, A Novel Slot For Enhancing The Impedence Bandwidth and Gain of Rectangular Microstrip Antenna, *Progress in Elwctromagnetics Research C* (2009)
- [14]. Warren, Gray. 1981 "Antena Theory And Design" New York
- [15]. Balanis, C. A.(2005). ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN (3rd ed).
- [16]. Kraus J.D. 1988. Antennas. Mc Graw Hill, New Delhi. 2nd edition
- [17]. Mudrik Alaydrusa. 2011. “Antena Prinsip dan Aplikasi” Jakarta : Graha ilmu
- [18]. Pozar, D. M. (2008). *Microwave Engineering* (4th ed.).
- [19]. Wiley, 2005,Contantine A. Balanis, Antena Theory,3 rd ed., A. Constantine Balanies, "Antenna Theory Analysis and Design," 1982.1