

## ANTENA SUSUN MIKROSTRIP CATUAN SERI UNTUK WIFI 802.11AC 5,3 GHz

## MICROSTRIP ANTENNA SERIES FED ARRAY FOR WIFI 801.11AC 5,3 GHz

Rizwan Herliady<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Yussi Perdana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[rizwanherliady23@gmail.com](mailto:rizwanherliady23@gmail.com), <sup>2</sup>[heroewijanto@gmail.com](mailto:heroewijanto@gmail.com), <sup>3</sup>[yussips@gmail.com](mailto:yussips@gmail.com)

### Abstrak

Pada penelitian ini dirancang dan direalisasikan antenna mikrostrip susun dengan menggunakan konfigurasi series yang digunakan untuk aplikasi Wifi generasi 802.11 AC dengan catuan mikrostrip feed line. Perancangan dan simulasi antenna mikrostrip dilakukan di software perancang antenna. Realisasi antenna akan menggunakan bahan ROGER 4003C sebagai substrat dan tembaga sebagai ground plane serta patch. Antena hasil realisasi pada penelitian ini bekerja pada frekuensi 5,3 Ghz dengan polarisasi linier. Dengan nilai return loss sebesar  $-38,128$  dB, VSWR 1,0555, gain 6,980 dBi, dan bandwidth 272 MHz. Antena hasil realisasi memiliki dimensi 11,7 cm x 5,4 cm x 0,0813 cm.

**Kata Kunci :** Antena Mikrostrip, Susunan Catuan Seri, 802.11 ac

### Abstract

In this research will be designed and realized stacking microstrip antenna using a series of configurations used for Wifi generation 802.11 AC applications with a microstrip feed line. The design and simulation of microstrip antennas is done in the antenna designer. The realization of the antenna will use ROGER 4003C as a substrate and copper as a ground plane and patch. The antenna results of the evaluation in this study work at a frequency of 5.3 Ghz with linear polarization. With a return loss value of  $-38.128$  dB, VSWR 1.0555, gain 6,980 dBi, and bandwidth of 272 MHz. The results of the realization of the antenna have dimensions of 11.7 cm x 5.4 cm x 0.0813 cm

**Keywords:** Microstrip Antenna, Series-Fed Arrays, 802.11 ac

### 1. Pendahuluan

Pada saat ini antenna mikrostrip merupakan salah satu alternatif antenna dalam aplikasi komunikasi wireless karena antenna mikrostrip, memiliki massa yang ringan, bentuk yang compact dan mudah dalam fabrikasi dan bobot yang ringan sehingga kompatibel untuk diaplikasikan. Meskipun demikian, antenna mikrostrip memiliki kelemahan yang terletak pada lebar bandwidth yang sempit dan nilai Gain yang rendah. Antena mikrostrip array adalah pengembangan dari antenna mikrostrip tunggal dan merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Antena mikrostrip array dapat berbentuk seri, paralel atau gabungan keduanya.

Pada penelitian ini akan dibahas tentang perancangan antenna mikrostrip *array* dengan menggunakan konfigurasi *series feed array* dengan catuan mikrostrip feed line yang digunakan untuk aplikasi *Wifi* yang bekerja pada frekuensi 5,3 GHz. Perancangan antenna pada penelitian ini menggunakan antenna mikrostrip *series feed array* dengan catuan mikrostrip feed line yang mampu memberikan *bandwidth* yang cukup lebar dan nilai *Gain* yang sudah cukup memenuhi spesifikasi dari antenna untuk aplikasi *wifi* tersebut.

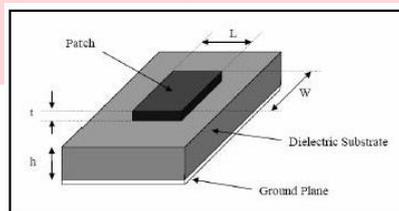
### 2. Dasar Teori

#### 2.1 Teknologi 802.11 AC

802.11ac adalah standar yang ditetapkan IEEE sebagai penerus teknologi Wi-Fi generasi kelima. Kemunculan standar ini dilandasi oleh perubahan kebutuhan pasar yang tinggi untuk mendapatkan throughput yang sangat tinggi pada lingkungan multi-user. Peningkatan datarate yang hampir mencapai 7 Gbps menyebabkan standar 802.11ac disebut sebagai *Very High Throughput* (VHT). Pada rancangan 802.11ac, sejumlah peningkatan dilakukan meliputi pelebaran pita kanal (80 dan 160 MHz), peningkatan aliran data (spatial data streams) sampai dengan delapan streams, dan menambahkan metode 256 *Quadrature Amplitude Modulation* (256-QAM).

## 2.2 Mikrostrip

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri atas dua kata, yaitu micro (kecil) dan strip (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran kecil [4]. Seperti gambar 1.1



Gambar 1. Antena Mikrostrip [5]

## 2.3 Antena Array

Antena mikrostrip array adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Ada beberapa macam konfigurasi antena array, di antaranya linear, planar, dan sirkular.[2] Pengelompokan elemen antena menghasilkan beberapa keuntungan seperti :direktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan elemen antena tunggal.

Antena array merupakan susunan dari beberapa antena yang identik. Dalam mikrostrip yang di susun secara array adalah bagian patch. Ada beberapa konfigurasi antena array di antaranya linier , planar dan sirkular. Masing-masing konfigurasi memiliki keuntungan.

## 2.4 Linier Array

Array linier memiliki konfigurasi antena pada satu garis lurus. Skema array linier dapat terlihat pada Gambar 2. Susunan antena array pada Gambar 2 menunjukkan observasi medan jauh pada sumbu z dengan jarak (r) dan sudut antar bidang ( $\theta$ ). Medan total seperti pada persamaan (2) dapat diobservasi dengan menggunakan perkalian medan antena single element dengan faktor pengali array atau biasa disebut array factor. Hal ini juga berdasarkan perkalian diagram untuk array dengan elemen yang identik.

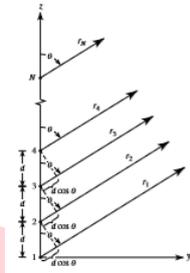
$$E(\text{total}) = [E(\text{single element at reference point})] \times [\text{array factor}] \quad (1)$$

Array factor (AF) pada konfigurasi antena array linier menentukan pola radiasi dan besar tingkat daya yang diradiasikan [15]. Persamaan array factor terlihat pada (3) dengan jumlah array N-elemen.

$$AF_N = \sum_{n=1}^N e^{j(n-1)\Psi} \quad (2)$$

Dengan,

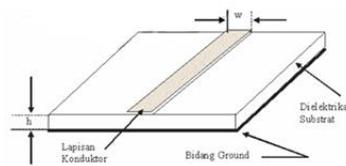
$$\Psi = kd\cos\theta + \beta \quad (3)$$



Gambar 2. Observasi medan jauh antenna isotropis susunan array linier pada sumbu z [7]

### 2.5 Mikrostrip Feed Line

Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah *strip* dengan lebar  $w$  dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki permitivitas relatif  $\epsilon_r$ , dengan tinggi  $h$ . Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi karakteristiknya  $Z_0$ . Impedansi karakteristik  $Z_0$  dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar strip ( $w$ ) dan tinggi substrat ( $h$ ).



Gambar 3. Mikrostrip Feed Line [3]

## 3. Perancangan Sistem

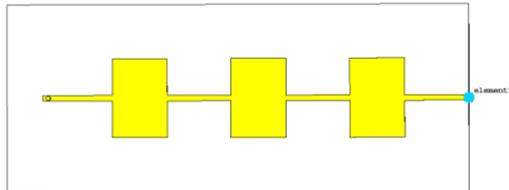
### 3.1 Spesifikasi Filter

Spesifikasi yang ditetapkan dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| a. Frekuensi tengah | : 5,3 GHz        |
| b. Bandwidth        | : $\leq 100$ MHz |
| c. VSWR             | : $\leq 2$       |
| d. Return loss      | : $\leq -10$ dB. |
| e. Gain             | : $\geq 6$ dBi   |
| f. Impedansi        | : $50 \Omega$    |
| g. Polarisasi       | : Linier         |
| h. Pola Radiasi     | : Bi-directional |

### 3.2 Perancangan Antena

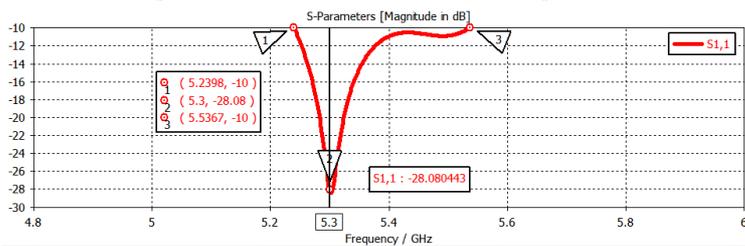
Perancangan antenna mikrostrip dimulai dengan merancang antenna mikrostrip single element rectangular pada frekuensi 5,3 GHz. Lalu dikembangkan menjadi 2 elemen mikrostrip dan dioptimasi selanjutnya dirancang antenna array 3 elemen. Karena antenna mikrostrip single element, masih belum menghasilkan gain yang cukup maka antenna disusun array. Antenna mikrostrip disusun dengan 3 elemen array dengan konfigurasi array linier. Hasil perancangan antenna array  $1 \times 3$  terlihat pada Gambar 4.



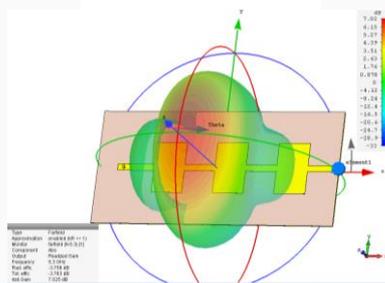
Gambar 4. Desain perancangan antenna array 3 elemen

### 3.3 Hasil Simulasi Perancangan Antena

Setelah dilakukan perancangan antenna mikrostrip pada software perancangan antenna, antenna disimulasikan. Hasil simulasi memerhatikan parameter-parameter kerja antenna seperti parameter dalam dan parameter luar. Parameter dalam diantara lain bandwidth, VSWR, dan return loss. Sedangkan parameter luar adalah pola radiasi dan gain. Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi return loss sebesar -28.080443 dB pada frekuensi 5,3 GHz dan Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi pola radiasi dengan nilai gain sebesar 7,025 dBi pada frekuensi 5,3 GHz.



Gambar 5. Hasil Optimalisasi Simulasi Return Loss Array 3 Elemen



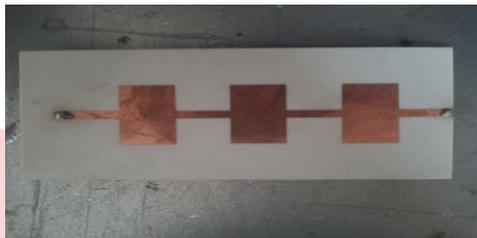
Gambar 6. Hasil Optimalisasi Simulasi Gain Array 3 Elemen

### 3.4 Realisasi Antena

Antena mikrostrip yang direalisasikan adalah antenna mikrostrip array linear 1x3. Karena antenna mikrostrip ini sudah memenuhi spesifikasi antenna yang ditetapkan. Dengan nilai gain yang dihasilkan lebih besar daripada hasil simulasi antenna lain. Antena direalisasikan menggunakan bahan ROGER 4003C dengan permitivitas 3,38 dan ketebalan 0,813 mm sebagai substrat dielektrik. Sedangkan untuk lapisan patch dan ground plane menggunakan tembaga

dengan tebal 0,035 mm. Dimensi antenna mikrostrip array linear 1x3 yang telah direalisasi terlihat pada Gambar 7. Antena hasil realisasi memiliki dimensi 11,7 cm x 5,4 cm x 0,0813 cm.

Commented [i1]:  
Commented [i2]:



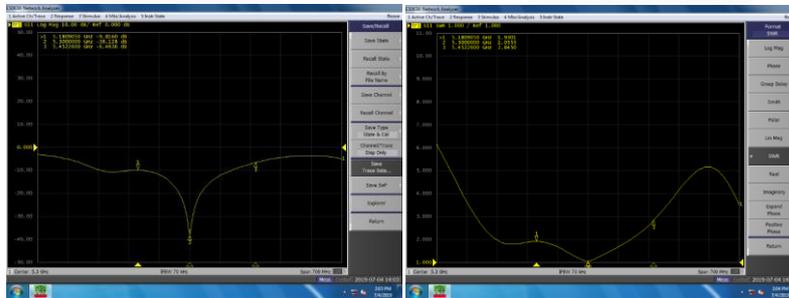
Gambar 7. Realisasi Antena Mikrostrip Array Linear 1x3

4. Analisis Hasil Pengukuran

Antena mikrostrip array linear 1x3 yang telah direalisasi diukur parameter kerjanya. Hasil dari pengukuran akan diverifikasi dengan hasil simulasi. Pengukuran parameter dalam dan luar dilakukan di RTI.

4.1 Hasil Pengukuran Bandwidth, Return Loss, dan VSWR

Hasil pengukuran menghasilkan nilai return loss sebesar -38,128 pada frekuensi 5,3 GHz. Untuk pengukuran VSWR dihasilkan nilai 1,0555 pada frekuensi 5,3 GHz. Sedangkan untuk pengukuran bandwidth menghasilkan 272 MHz. Hasil pengukuran pada layar network analyzer terlihat pada Gambar 8.



(a) (b)

Gambar 8. Hasil pengukuran (a) return loss dan bandwidth (b) vswr pada network analyzer

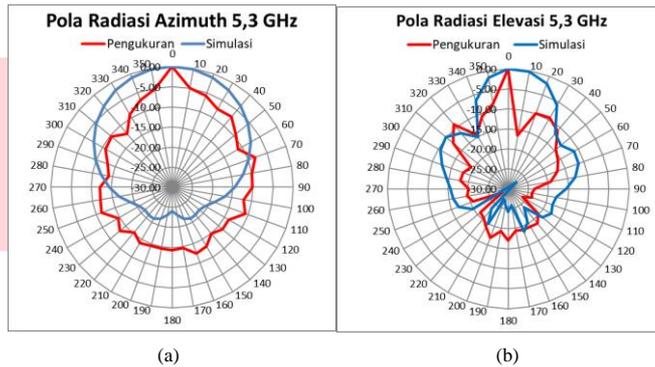
4.2 Pengukuran Medan Jauh

Pengukuran medan jauh dilakukan dengan menggunakan metode 2 antenna identik yang memiliki bentuk dan frekuensi yang sama. Jarak antara antenna transmitter dan receiver didapatkan menggunakan persamaan (4). Pengukuran medan jauh menggunakan perangkat signal generator pada sisi transmitter dan spectrum analyzer pada sisi receiver, serta kabel coaxial pada kedua sisi.

$$R \geq \frac{2(D_1^2 + D_2^2)}{\lambda} \tag{4}$$

#### 4.2.1 Verifikasi Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Setelah dilakukan pengukuran pola radiasi, didapatkan hasil yang tertera pada Gambar 9. Hasil pengukuran diverifikasi dengan hasil simulasi. Perbandingan hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Pada hasil pengukuran pola radiasi masih menunjukkan pola radiasi uni-directional sama seperti pola radiasi hasil simulasi.



Gambar 9. Hasil pengukuran pola radiasi (a) azimuth dan (b) elevasi pada frekuensi 5,3 GHz

#### 4.2.2 Verifikasi Hasil Pengukuran Gain

Hasil pengukuran *gain* dilakukan dengan mencatat perubahan daya terima pada *spectrum analyzer*. Setelah *level* daya dicatat, maka dapat ditemukan nilai *gain* menggunakan persamaan (5). Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan didapatkan nilai *gain* pada frekuensi 5,3 GHz sebesar 6,980 dB. Hasil pengukuran sudah memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan.

$$gain (dbi) = \frac{1}{2} \left[ 20 \log \frac{4\pi}{\lambda} + 10 \log \frac{W_{rx}}{W_{tx}} \right] \quad (5)$$

#### 4.3 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

Hasil perbandingan hasil simulasi dan pengukuran terlihat pada Tabel 1. Hasil dari pengukuran terlihat berubah terhadap hasil simulasi. Ini dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti fabrikasi antenna yang kurang teliti dan alat ukur yang selalu berfluktuasi hasilnya. Namun, hasil pengukuran pada parameter-parameter kerja masih dapat ditoleransi karena masih sesuai dengan spesifikasi. Dengan begitu antenna mikrostrip array linear 1×3 dapat mendukung sistem 802.11 AC.

Table 1. Perbandingan Hasil Simulasi dan Realisasi

Parameter Antena	Hasil Pengukuran	Hasil Simulasi	Spesifikasi Kebutuhan
VSWR	1,0555	1.0821425	<2
Return loss	--38,128 dB	-28.080443 dB	<-10 dB
Gain	6,980 dB	7.025 dB	> 6 dbi
Bandwidth	272 MHz	296.2 Mhz	> 100 Mhz
Pola radiasi	Unidireksional	Unidireksional	Bi-direksional
polarisasi	Eliptikal	Linear	Linear

## 5. Kesimpulan dan Saran

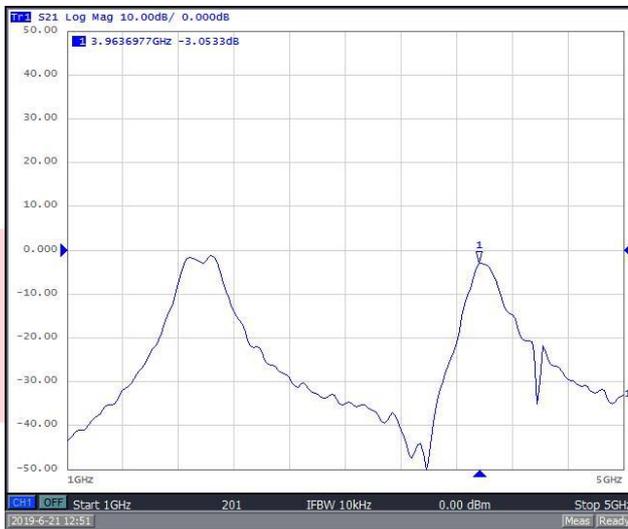
### 5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan teknik pencatutan *microstrip feed line* sangat cocok dengan kebutuhan spesifikasi antena. Penyepadanan impedansi pada teknik ini juga lebih sederhana jika dibandingkan dengan teknik pencatutan yang lain. Metode *matching impedance* yang digunakan biasanya menggunakan transformator  $\lambda/4$ .
2. Penyusunan antena microstrip menjadi *array* menghasilkan peningkatan gain yang cukup untuk memenuhi target spesifikasi
3. Penggunaan teknik MU-MIMO atau Multiple output multiple input lebih cocok digunakan untuk aplikasi pada teknologi 802.11 ac karena antena berfungsi sebagai transmitter dan receiver dalam satu waktu dan menghasilkan data yang lebih cepat.
4. Antena mikrostrip *array* 1x3 dapat mendukung sistem kerja Wifi 802.11 AC karena memiliki dimensi yang kecil dan ringan.

### 5.2 Saran

1. Lakukan pabrikan semaksimal mungkin karena frekuensi antena rentan untuk bergeser disebabkan tingkat ketelitian fabrikasi yang dilakukan oleh manusia masih kurang baik dan karena perubahan dimensi antena dan apabila salah dalam desain film dan juga pemotongan substrat.
2. Kedepannya gunakan teknik atau metode lain dimana memiliki dimensi yang lebih kecil tetapi memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk menghemat bahan.

## DAFTAR PUSTAKA



Gambar 3. Pengukuran insertion loss.

Pengukuran S21 pada *Vector Network Analyzer* merupakan pengukuran dari *insertion loss*. pengukuran nilai *insertion loss* dari realisasi filter mikrostrip menunjukkan nilai *insertion loss* telah mencapai syarat spesifikasi awal yaitu  $\geq -3$  dB. Nilai *insertion loss* pada pengukuran realisasi filter sebesar -3,0533 dB, nilai *insertion loss* ini berbeda dengan nilai *insertion loss* yang terdapat pada simulasi yaitu sebesar -2,4911 dB. Adanya perbedaan nilai antara simulasi dan realisasi, ini disebabkan karena adanya proses fabrikasi yang kurang baik dan teliti, serta dipengaruhi juga terdapatnya banyak rugi-rugi pada kabel tembaga yang terhubung pada VNA saat pengukuran sehingga mempengaruhi nilai dari perubahan *insertion loss*. *Bandwidth* yang dihasilkan sebesar 140 MHz.



Gambar 4. Pengukuran return loss.

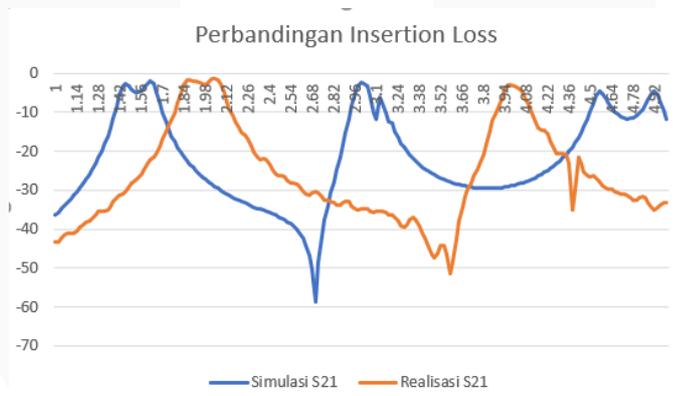
Pengukuran S11 pada *Vector Network Analyzer* merupakan pengukuran dari *return loss*. Hasil pengukuran nilai *return loss* sebesar -12,981 dB, nilai tersebut telah mencapai nilai minimum dari syarat *return loss* hanya saja frekuensi kerjanya bergeser ke frekuensi 3,963977 GHz. Nilai *return loss* yang dapat dikatakan baik apabila harus  $\leq$  -10 dB.

Hasil *return loss* antara simulasi dan realisasi berbeda, pada simulasi nilai *return loss* mencapai -15,8252 dB. Hal ini dipengaruhi oleh ketidaksempurnaan proses fabrikasi pada saat penyolderan konektor pada PCB dan terdapatnya banyak rugi-rugi pada kabel tembaga yang terhubung pada VNA saat pengukuran sehingga mempengaruhi nilai dari perubahan *return loss*.

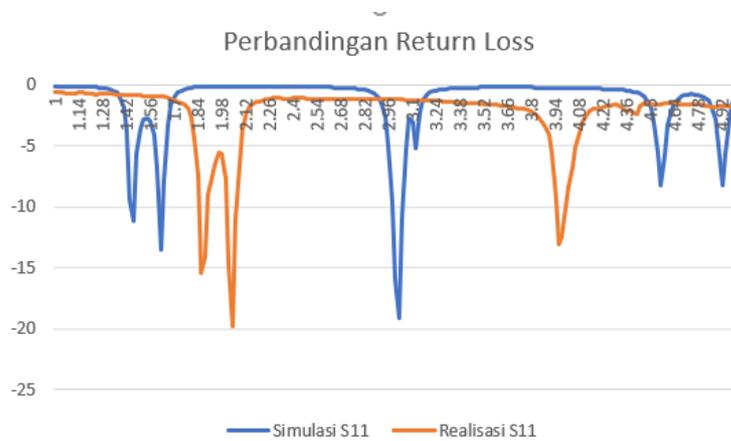
Perbandingan yang terjadi dalam penelitian ini ditinjau dari hasil simulasi, optimasi serta analisis yang dilakukan.

Tabel 2. Perbandingan spesifikasi, simulasi awal, optimasi, dan realisasi.

Parameter	Spesifikasi	Simulasi Awal	Optimasi	Realisasi
Frekuensi tengah	3,00 GHz	2,148 GHz	3,00 GHz	3,963 GHz
Return Loss	$\leq$ -10 dB	-8,0532 dB	-15,8252 dB	-12,981 dB
Insertion Loss	$\geq$ -3 dB	-4,0761 dB	-2,4911 dB	-3,0533 dB
Bandwidth	100 MHz	96 MHz	100 MHz	140 MHz



Gambar 5. Grafik perbandingan insertion loss.



Gambar 6. Grafik perbandingan return loss.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil simulasi, hasil pengukuran serta analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada tugas akhir ini telah berhasil merancang, mensimulasikan, dan merealisasikan *band-pass* filter dengan menggunakan model meander loop dual resonator pada frekuensi s-band.
2. Dari hasil perancangan desain filter yang telah dilakukan pada proses simulasi yaitu 63,35 mm X 36,5 mm dan realisasi filter didapatkan sebesar 63 mm X 36 mm yang mana hal ini mengalami pengecilan dimensi karena faktor fabrikasi.
3. Respon filter yang dihasilkan dari realisasi berada di frekuensi tengah 3,963977 GHz. Hasil ini mengalami pergeseran sebesar 32,13 % dibandingkan dengan hasil simulasi.
4. *Bandwidth* filter yang didapat pada proses realisasi sebesar 140 MHz. Nilai *bandwidth* ini mengalami pelebaran sebesar 40 % bila dibandingkan dengan hasil simulasi.
5. Nilai *insertion loss* dan *return loss* sesuai dengan spesifikasi yaitu -3,0533 dB dan -12,981 dB serta nilai VSWR jika dilihat dari nilai *return loss*. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi awal yang mana spesifikasi awal itu sebesar  $return\ loss \leq -10\text{ dB}$ .

## Daftar Pustaka:

- [1] P. Jarry and J. Beneat, *Advanced design techniques and realizations of microwave and RF filter*. John Wiley & Sons, 2008.
- [2] M. Mabrouk and L. Bousbia, "Study and enhanced design of rf dual band-pass filter validation and confirmation of experimental measurement," *University of Carthage*, 2009.
- [3] J-S. G. Hong and M. J. Lancaster, *Microstrip filters for RF/microwave applications*. John Wiley & Sons, 2004, vol. 167.
- [4] M. Skolnik, "Introduction to radar systems," *New York, McGraw Hill*, 2001.
- [5] I. N. Agfah, H. Wijanto, and B. Syihabuddin, "Band-pass filter mikrostrip x-band untuk radar cuaca dengan metode square ring resonator," *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 2, 2017.

- [6] A. Munir *et al.* ,”A novel of square loop resonator bandpass filter by using cross-shape input/output coupling for 9ghz application,” in *2016 10th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)*. IEEE, 2016, pp, 1-4..
- [7] C. Bowick, R. C. Design, and W. Howard, “Sams & co,” *Inc., a publishing subsidiary of ITT*, 1982.
- [8] G. Matthaei, “Microwave filters, impedance-matching networks and coupling structures,” *Artech House Book*, pp, 775-809, 1980.
- [9] J.-S. Hong, H.Shaman, and Y.-H. Chun, “Dual-mode microstrip open-loop resonators and filters,” *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 55, no. 8, pp. 1764-1770, 2007.
- [10] T. Shradha, “Comparative study of rectangular, square, circular, and meander patch microstrip antenna,” *Deemed University*.