

Pemodelan Dan Simulasi Antenna Microstrip Array Untuk Aplikasi Radar Manpack

Thaufiq Sabtiawan¹⁾, Dede Irawan Saputra^{2*)}, Yussi Perdana Saputera³⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

³⁾ PT. Radar Telekomunikasi Indonesia

Jl. Mandolin No.07, Turangga, Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat 40264, Bandung, Indonesia

*)dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Antena Microstrip dapat menjadi pilihan utama dalam berbagai macam aplikasi komunikasi karena memiliki massa yang cukup ringan dan ukuran yang kecil bila dibandingkan dengan Antena jenis lain seperti Antena dipole, yagi dan sebagainya. imulasi dan pemodelan antena microstrip dilakukan dengan penambahan slot serta menggunakan array untuk penambahan gain dan hasilnya sesuai penambahan slot pada bidang patch Antena untuk mendapatkan Return Loss < -10dB lalu dengan penambahan array yang mana menambah gain dari 1.73 MHz menjadi 7.46 MHz Antena Microstrip single memiliki dimensi yang kecil yang dapat bekerja pada frekuensi yang tinggi akan tetapi Antena Microstrip single patch ini memiliki kelemahan pada besaran daya pancaran (*Gain*), dan sudut polarisasi yang besar sehingga, untuk mengurangi kelemahan dari Antena Microstrip single patch ini.

Kata kunci: Antena , *Microstrip*, *single*, *Gain*, *Array*

Abstract

Microstrip antenna can be the main choice in various communication applications because it has a fairly light mass and small size when compared to other types of antennas such as dipole antennas, yagi and so on. To know about the workings of radar. Use the CST Studio Suite application to simulate and analyze the difference in gain of the single antenna, 1x2, 1x4, 2x4 arrays that have been made. From the results obtained from Gain with single Gain 1.73 dB, Array 1x2 Gain 2.97dB, Array 1x4 Gain 5.5 dB, Array 2x4 Gain 7.46 dBA Single Microstrip antenna has small dimensions that can work at high frequencies However, this single patch Microstrip Antenna has a weakness in the amount of radiant power (Gain), and a large polarization angle, to reduce the weakness of this single patch Microstrip Antenna.

Keywords: Antena, *Microstrip*, *single*, *Gain*, *Array*

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 29-08-2023;

Revisi 1 : 05-02-2024;

Revisi 2 : dd-mm-yy;

Diterima : 06-02-2024.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-896-2300-1126

e-mail :

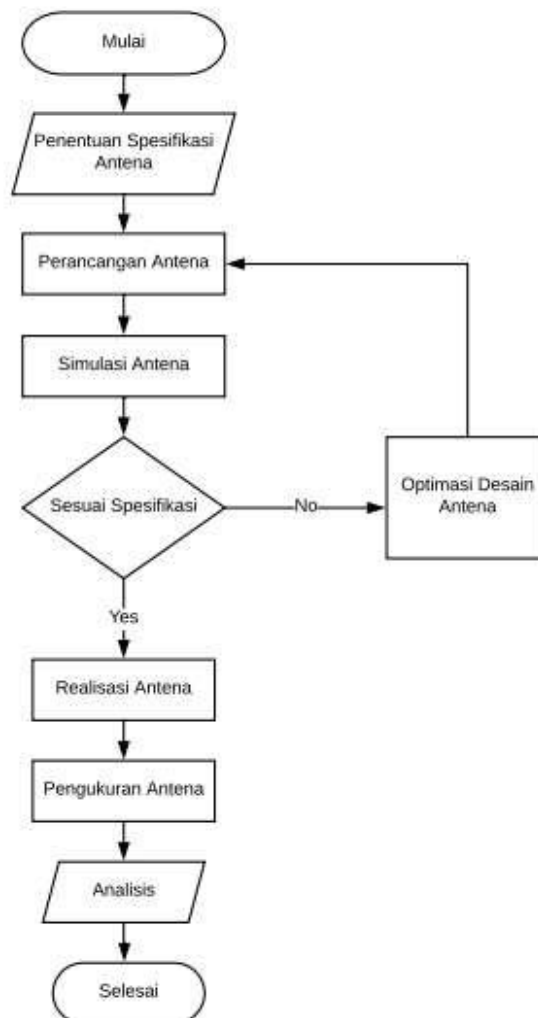
dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id

Antena Microstrip dapat menjadi pilihan utama dalam berbagai macam [1] aplikasi komunikasi karena memiliki massa yang cukup ringan dan [2] ukuran yang kecil bila dibandingkan dengan antena jenis lain seperti Antena dipole, yagi dan sebagainya [3]. Suatu Antena termasuk Antena Microstrip dapat disusun lebih dari satu elemen patch dengan tujuan untuk meningkatkan gain yang disebut dengan Antena susun atau Array [4] Array antena adalah susunan dari beberapa antena yang identik. Sinyal antena tersebut disatukan atau diproses untuk meningkatkan performansi yang dihasilkan dari satu antena. Tujuannya membuat array antena, antara lain untuk meningkatkan gain antena [5].

Dalam penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah antenna microstrip untuk radar manpack yang digunakan untuk navigasi darat. Untuk perancangan tentu ada beberapa proses yang harus dilakukan untuk bisa membuat sebuah antenna yang sesuai dengan standarisasi dari IEEE [5], yang diperuntukan sebagai antenna microstrip yang dibuat sebelumnya menggunakan antenna microstrip MIMO array untuk antenna-nya, dan selanjutnya membuat sebuah model baru dengan menggunakan antenna microstrip array 1x32, dengan standar $VSWR \leq 2$ dan S-Parameter (S_{11}) ≤ -10 yang dapat disimulasikan menggunakan aplikasi CST [6]. Oleh karena itu, penelitian ini akan menjelaskan pengaruh gain dari penambahan elemen patch pada Antena Microstrip yang beroperasi pada frekuensi 9,3 GHz yang diterapkan pada Antena Manpack Radar.

II. METODE

Proses dari pengerjaan laporan kerja praktik ini terbagi menjadi beberapa tahapan dasar yaitu penentuan spesifikasi, perancangan dan simulasi, serta realisasi Antena. Tahapan keseluruhan dari proses pengerjaan laporan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pengerjaan

A. Penentuan Spesifikasi

Penentuan spesifikasi Antena bertujuan agar Antena yang disimulasikan dan di buat memiliki sebuah nilai standar yang harus dipenuhi. Antena yang akan dirancang/design merupakan Antena *Microstrip* rektangular *single, Array* 1x2, 1x4, 2x4 yang memiliki spesifikasi:

Frekuensi Kerja : 9 GHz – 9,6 GHz

VSWR : < 1.3

Pemodelan dan Simulasi Antenna Microstrip Array Single, 1x2, 1x4, dan 1x8 elemen Patch Untuk Aplikasi Radar Manpack
(Thaufiq Sabtiawan, Dede Irawan Saputra, Yussi Perdana Saputera. : Halaman 59 - 69)

B. Perancangan dan Simulasi

Tahap awal dari perancangan adalah perhitungan dimensi Antena . Sedangkan perancangan dengan menggunakan software CST Studio 2019 bertujuan untuk memvisualisasi / mensimulasikan tahapan pertama. Visualisasi berupa gambar tiga dimensi dengan spesifikasi ukuran, jenis bahan dan letak pencatutan agar bisa disimulasikan. Hasil simulasi berupa nilai parameter-parameter Antena yang ditampilkan dalam bentuk grafik, selanjutnya akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh terhadap untuk kerja Antena.

C. Dimensi antena *microstrip rectangular*

Dalam pembuatan diperlukan perhitungan untuk sebuah Untuk sebuah antena mikrostrip dengan sebuah *patch rectangular*, bisa panjang dan lebar patch yang bersesuaian dengan frekuensi resonansinya. Berikut proses rumus perhitungannya :

Hal pertama untuk perhitungan diawali dengan perhitungan patch menggunakan persamaan (1)[7];

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

Dimana:

- W = Lebar *patch* (mm)
- c = Kecepatan frekuensi (m/s)
- f = Frekuensi kerja (Hz)
- ϵ_r = Karakteristik permitivitas relative

Panjang *patch* L dapat ditentukan dengan mengetahui dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut;

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

Dimana :

- ϵ_{eff} = Konstanta dielektrik efektif
- h = Ketebalan *substrate* (mm)
- W = Lebar *patch* (mm)
- ϵ_r = Karakteristik permitivitas relative

Untuk sisi panjang efektif di *patch* pada sisi tepi peradiasi diperluas dengan penambahan ΔL seperti yang terlihat pada persamaan (3):

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3)(W/h + 0,264)}{(\epsilon_{eff} - 0,258)(W/h + 0,8)} \quad (3)$$

Dimana :

- ΔL = Penambahan dari panjang *patch* (mm)
- h = Ketebalan *substrate* (mm)
- W = Lebar *patch* (mm)

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (4)$$

Dimana :

- L_{eff} = Panjang elemen peradiasi aktif (mm)
- c = Kecepatan frekuensi (m/s)
- f = Frekuensi kerja (Hz)
- ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

Selanjutnya perhitungan mencari lebar dan panjang dari *substrate* :

$$W = 6h + W(patch) \quad (5)$$

$$L = 6h + L(patch) \quad (6)$$

Lalu perhitungan untuk mencari panjang dan lebar untuk feedline:

$$\beta = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (7)$$

$$D = \frac{2h}{\pi} (\beta - 1 - \ln(2\beta - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} (\ln(\beta - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r})) \quad (8)$$

Dimana:

- h = Ketebalan *substrate* (mm)
- Z_0 = Impedansi beban (Ω)
- β = Besar impedansi pada saluran (Ω)
- ϵ_r = Karakteristik permitivitas relatif

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \quad (9)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (10)$$

$$L = \frac{\Delta L}{4} \quad (11)$$

Dimensi untuk mengitung jarak antar patch

$$\frac{\lambda}{2} \quad (12)$$

Design awal dari Antena yang dibuat adalah Antena *Microstrip patch* rektangular yang masih *single patch*. Perhitungan dimensi Antena juga merupakan perhitungan.

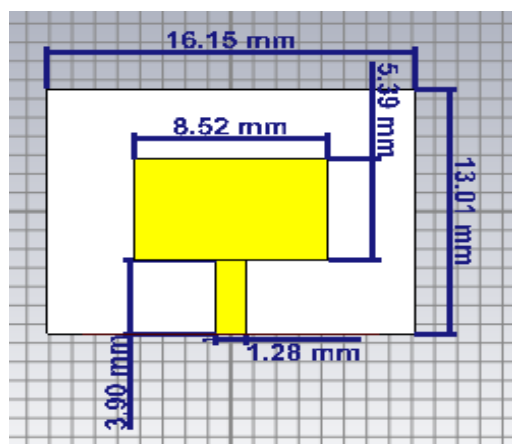
Tabel I Parameter sesuai perhitungan

Name	Expression(mm)	Deskripsi
Sbx	16,15	Lebar <i>substrate</i> dan <i>ground</i>
Sby	13,012	Panjang <i>substrate</i> dan <i>ground</i>
Sbh	1,27	Ketebalan <i>substrate</i>
Px	8,52	Lebar <i>patch</i>
Py	5,392	Panjang <i>Patch</i>
Ph	0,035	Ketebalan <i>Patch</i> dan <i>Ground</i>
Fx	1,28	Lebar <i>feed</i> 50 ohm
Fy	3,9	Panjang <i>feed</i> 50ohm
fx7	0.086	Lebar <i>feed</i> 70 ohm
fy7	16.13	Panjang <i>feed</i> 70 ohm

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Sebelum Optimasi

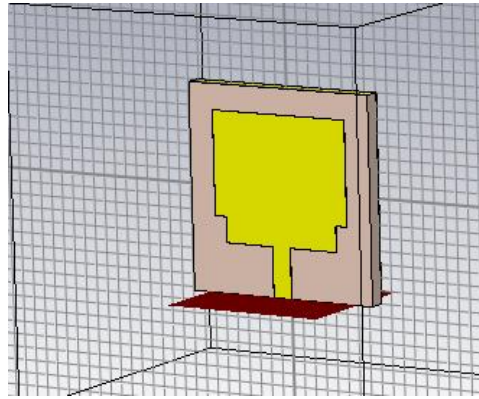
Desain di gambar 1 adalah Antena *Microstrip single patch* yang di buat sesuai dengan penentuan sesuai perhitungan pada rumus



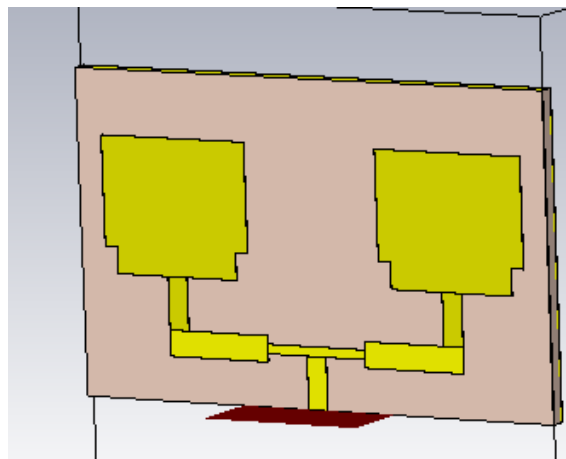
Gambar 2. Antena *Microstrip* Single Patch

B. Hasil Setelah Optimasi

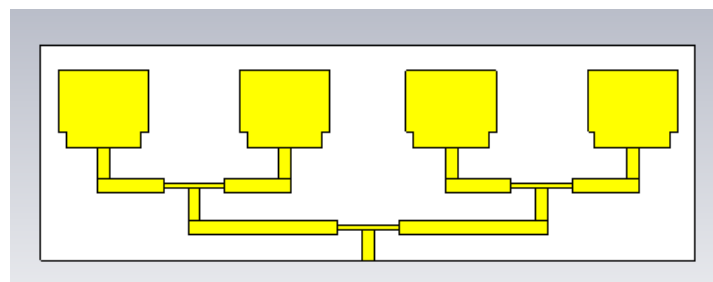
Setelah optimasi yang sesuai lanjut pada pengerjaan Antena *single. Array 1x2, 1x4, 2x4*



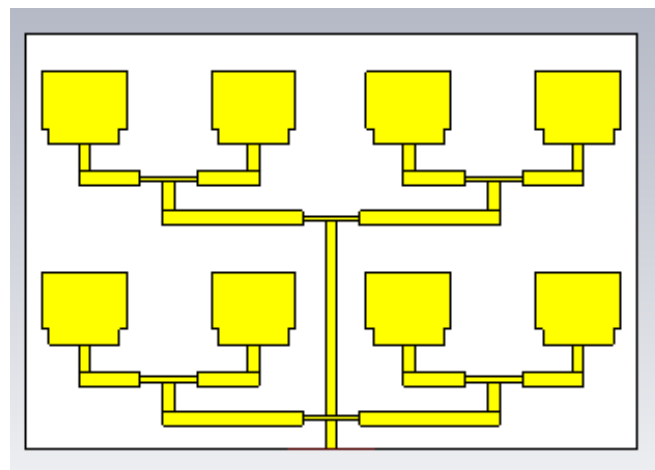
Gambar 3 Antena *Microstrip* Single Patch Optimasi



Gambar 4. Antena *Microstrip* Array 1x2



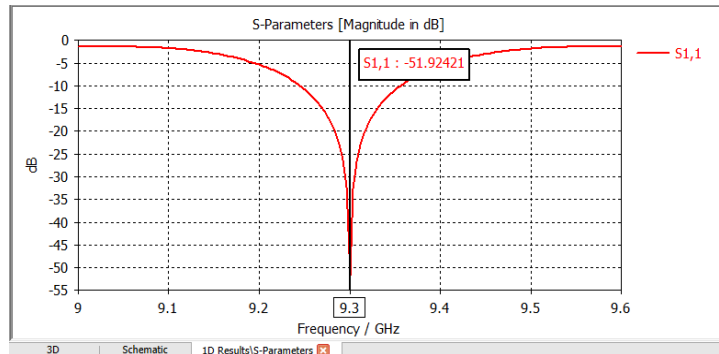
Gambar 5. Antena *Microstrip* Array 1x4



Gambar 6. Antena *Microstrip* Array 2x4

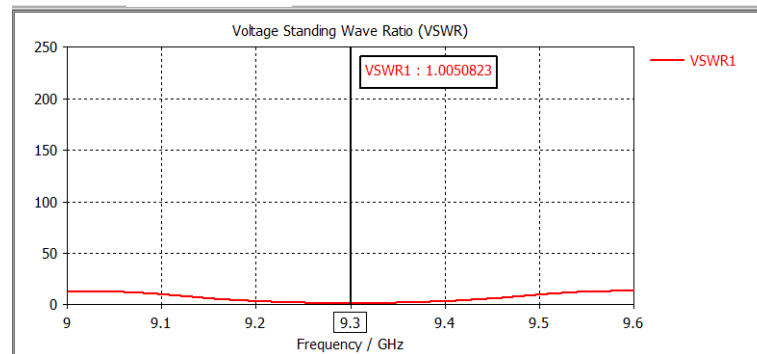
Pemodelan dan Simulasi Antenna Microstrip Array Single, 1x2, 1x4, dan 1x8 elemen Patch Untuk Aplikasi Radar Manpack
(Thaufiq Sabtiawan, Dede Irawan Saputra, Yussi Perdana Saputera. : Halaman 59 - 69)

- Hasil simulasi Antena *Microstrip* Single Patch Optimasi
Simulasi single dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -51,92 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 105 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



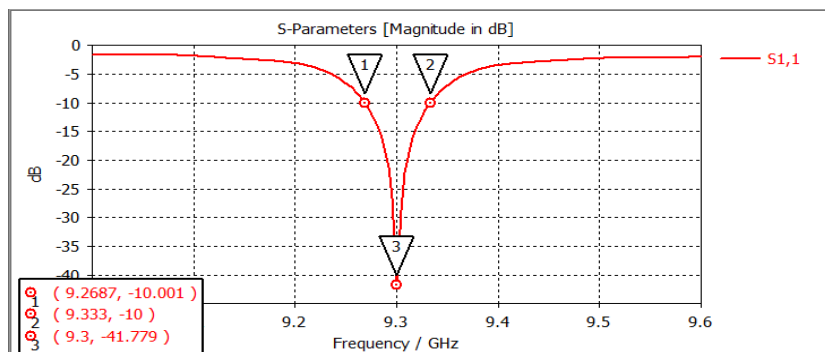
Gambar 7. S-Parameter(S11) Antena *Microstrip* Single Patch Optimasi

Dari hasil simulasi Single yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 8 frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.005.



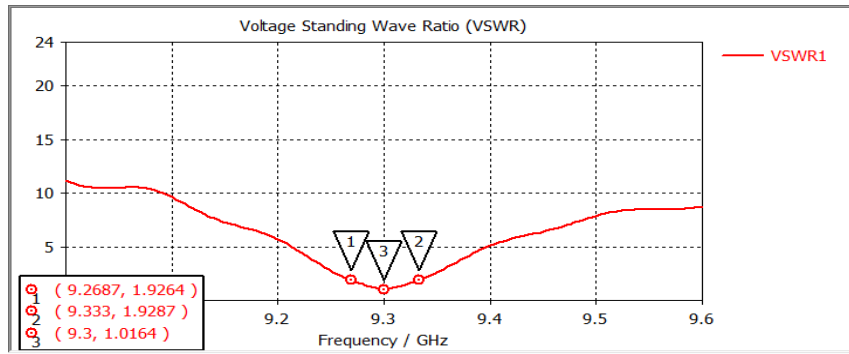
Gambar 8. VSWR Antena *Microstrip* Single Patch Optimasi

- Hasil simulasi Antena *Microstrip* Array 1x2
Simulasi Array 1x2 dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -41,779 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 64 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.

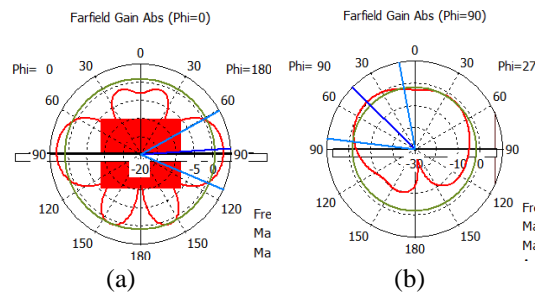


Gambar 9. S-Parameter(S11) Array 1x2

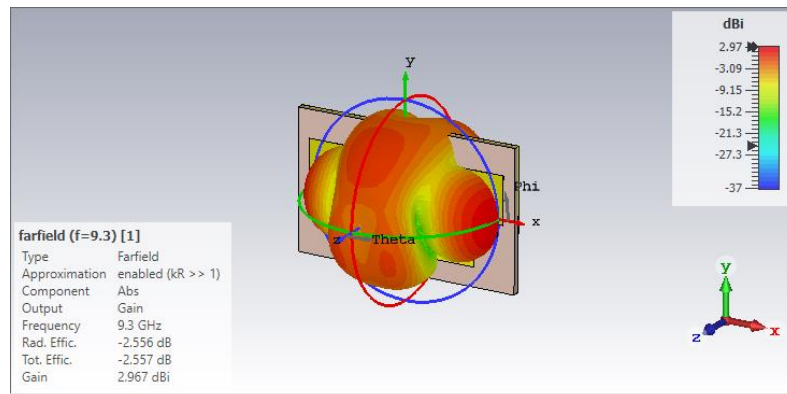
Dari hasil simulasi Array 1x2 yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 10 yaitu pada frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.0164.



Gambar 10. VSWR Array 1x2



Gambar 11. (A)Azimuth (B) Elevasi Microstrip Array 1x2

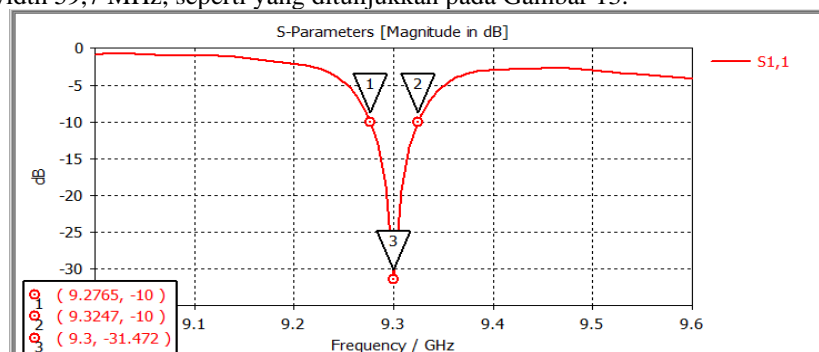


Gambar 12. Farfield 3D Antena Microstrip Array 1x2

Nilai *gain* dari Array 1x2 yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 2,97 dB.

- Hasil simulasi Antena Microstrip Array 1x4

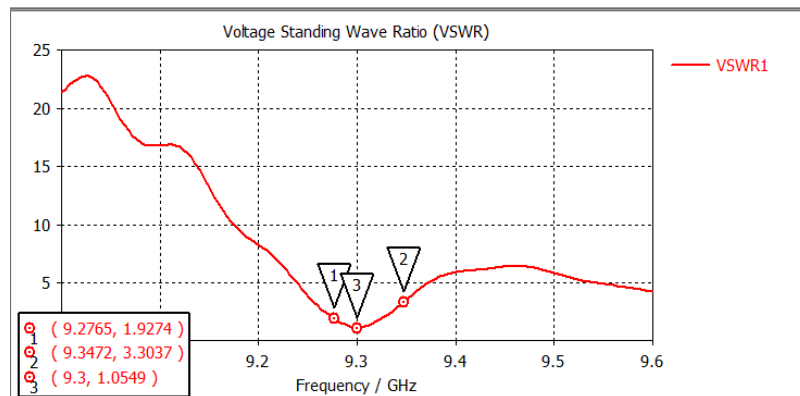
Simulasi Array 1x2 dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -31,472 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 59,7 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



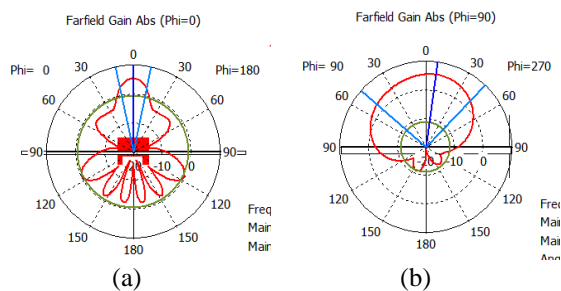
Gambar 13. S-Parameter Array 1x4

Pemodelan dan Simulasi Antenna Microstrip Array Single, 1x2, 1x4, dan 1x8 elemen Patch Untuk Aplikasi Radar Manpack
 (Thaufiq Sabtiawan, Dede Irawan Saputra, Yussi Perdana Saputera. : Halaman 59 - 69)

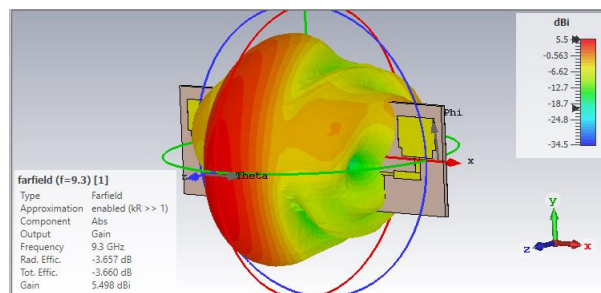
Dari hasil simulasi *Array* 1x4 yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 14 yaitu pada pada frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.0549.



Gambar 14. VSWR *Array* 1x4



Gambar 15. (A)Azimuth (B) Elevasi *Microstrip Array* 1x4

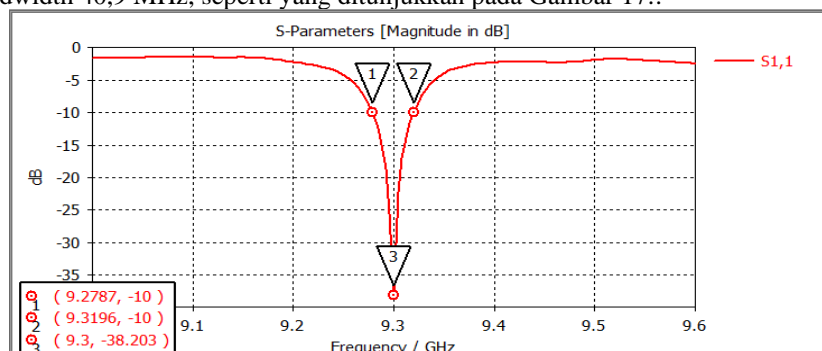


Gambar 16. Farfield 3D Antena *Microstrip Array* 1x4

Nilai *gain* dari *Array* 1x4 yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 5.5 dB.

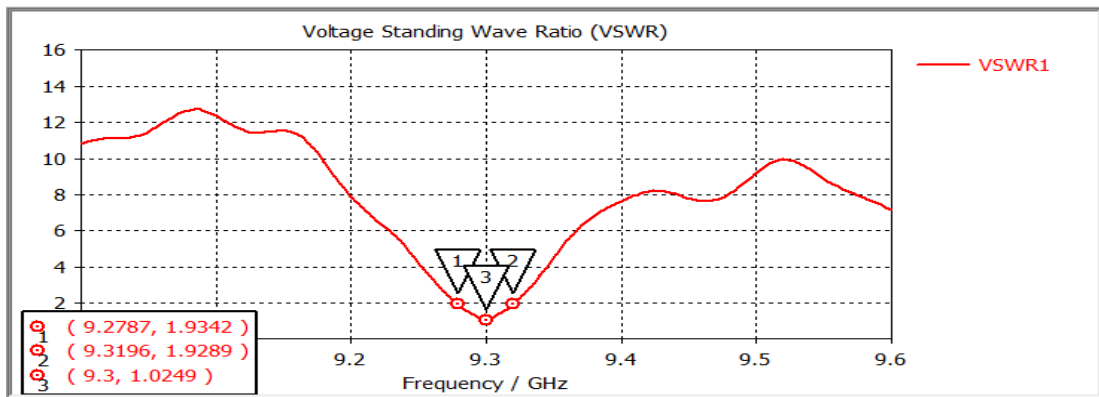
- Hasil simulasi Antena *Microstrip Array* 2x4

Simulasi *Array* 1x2 dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -38,203 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 40,9 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17..

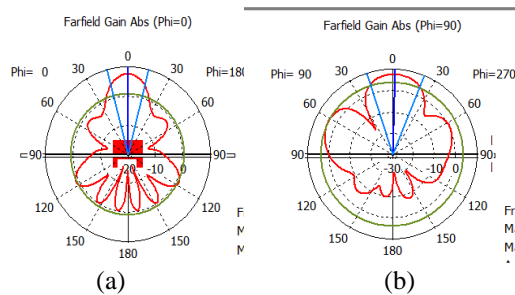


Gambar 17. S-Parameter(S11) Array 2x4

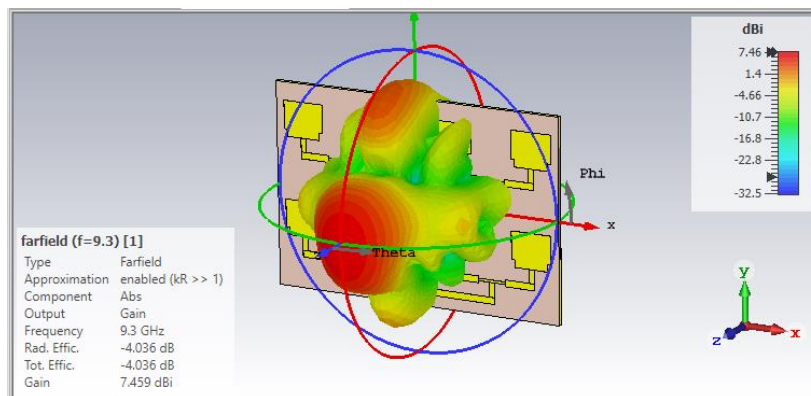
Dari hasil simulasi Array 2x4 yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 18 yaitu pada frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.0249.



Gambar 18. VSWR Array 2x4



Gambar 19. (A)Azimuth (B) Elevasi Microstrip Array 2x4



Gambar 20. Farfield 3D Antena Microstrip Array 2x4

Nilai gain dari Array 2x4 yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 7.46 dB.

Tabel 2. Perbandingan Antena dari percobaan

Parameter	Single	1x2	1x4	2x4
Frekuensi (GHz)	9.3	9.3	9.3	9.3
S11(dB)	-51.92	-41.77	-31.47	-38.2
VSWR	1.005	1.017	1.055	1.025
Bandwidth (MHz)	105	64	48	40
Gain(dBi)	1.73	2.97	5.5	7.46

IV. KESIMPULAN

Dari hasil selama percobaan simulasi Antena *Microstrip Single, array 1x2, 1x4 dan 2x4*, untuk mendapatkan frekuensi yang sesuai membutuhkan karakteristik dan menambah slot untuk mendapatkan spesifikasi Antena yang diinginkan seperti frekuensi kerja, VSWR, dan *Gain*. Percobaan yang dilakukan bila frekuensi kerja dengan *Return Loss* yang diinginkan belum sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka dilakukan optimasi seperti penambahan slot pada bidang *patch* Antena untuk mendapatkan *Return Loss* < -10dB lalu dengan penambahan array yang mana menambah gain dari 1.73 MHz menjadi 7.46 MHz. Keuntungan Antena *single* memiliki dimensi yang kecil yang dapat bekerja pada frekuensi yang tinggi akan tetapi Antena *Microstrip single patch* ini memiliki kelemahan pada besaran daya pancaran (*Gain*), dan sudut polarisasi yang besar sehingga, untuk mengurangi kelemahan dari Antena *Microstrip single patch* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amrullah, M. D. (2021). “*Desain Dan Relisasi Antena Array 2 X 2 Mikrostrip Rektanguler Dengan U Slot Untuk Radar Fmcw X-Band Sebagai Deteksi Paru-Paru*.” vol. 8, p. 11518.
- [2] G., M. E. (April 2021). *Suppression of Enemy Air Defences (SEAD) Battle Tracking Challenges in Contested Environmens*. Virginia: Joint Base Langley-Eustis,.
- [3] I. Svyd, I. O. (2019). *Improving Noise Immunity in Identification Friend or Foe System*. 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Eletrical and Computer Engineering (UKRCON). 2019, pp. 73-77, doi: 10.1109/2019.8879821.
- [4] J. Horikiwa, T. M. (1992). *A Waveguide-fed parallel plate slot array Antena*. IEEE Antena s dan propagation Society International Symposium 1992. pp. 1471-1474 vol.3 doi: 10.1109/APS.1992.221611. .
- [5] I. A. Rintami, “Mutual Coupling Evaluation Of Linear Array With Rectangular Patch Elements And Cavity Backed Slot At S-Band Frequency,” p. 128, 2017
- [6] J. KIm, S. H. (March 2010). *Implementation of an SDR system using graphics processing unit*. . IN IEEE Communications Magazine, Vol. 48, no. 3, pp. 156-162, March 2010, doi: 10.1109/MCOM.2010.5434388.
- [7] Luthfi Novriadi, d. (April 2019). *Strategi Pembinaan Latihan Dlam Satuan(LDS) Untuk Menyiapkan Prajurit Yonarhanud 2/2 Kostrad Guna Mengawaki Alutsista Baru*. Prodi Strategi Pertahanan Darat Fakultas Strategi Pertahanan. Universitas Pertahanan.
- [8] Yuniati, M. (2015). “*Design Dan Realisasi Antena Mikrostrip Rektanguler 2 Array Untuk Aplikasi WiFi*,”. ST3 Telkom Purwokerto