
EVALUASI KINERJA ANTENA MICROSTRIP SINGGLE, ARRAY 1X2 DAN ARRAY 1X4 PADA FREKUENSI 3.2 GHZ

Nyaris Pambudiyatno, Bambang Bagus H, Ade Irfansyah

Politeknik Penerbangan Surabaya

Email : n.pambudi@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisa karakteristik antenna pada frekuensi 3.2 GHz yang meliputi nilai *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwidth* dan *angular width* (3dB). Karakteristik antenna telah didesain menggunakan simulasi yang dibuat dengan substrat fr-4 dengan konstanta dielektrik $\epsilon_r=4.3$ dan ketebalan substrat (h) = 1.6 mm dan patch dari *copper* dengan ketebalan patch 0.035 mm. Antenna single dibuat terlebih dahulu untuk mendapatkan parameter yang diinginkan kemudian dilanjutkan pembuatan antenna array 1x2 dan 1x4. Feeding antenna array disusun dengan menggunakan teknik *wilkinson power divider* pada sisi *patch* nya. Perencanaan antenna array memiliki tujuan untuk meningkatkan nilai gain antenna maupun nilai keterarahan (*directivity*) antenna. Dari hasil simulasi didapatkan nilai berturut turut mulai dari antenna single, antenna array 1x2 dan antenna array 1x4 yang meliputi *return loss* -21,5 dB,-15,06 dB dan -13,25 dB. Nilai SWR masing masing 1.2,1,4 dan 1,5. Nilai gain masing masing 5,67 dB, 8,5 dB dan 11.35 dB. *Bandwidth* antenna didapatkan sebesar 78.7, 77.2 dan 82.3. Angular width didapatkan sebesar 98.9^o, 86.5^o dan 79.2^o.

Kata kunci : Antena microstrip,Rectangular, Array 1x2, Array 1x4

ABSTRAK

The purpose of this study is to analyze the characteristics of the antenna at a frequency of 3.2 GHz which includes the value of return loss, VSWR, gain, bandwidth and angular width (3dB). and substrate thickness (h) = 1.6 mm and a patch of copper with a patch thickness of 0.035 mm. Single antennas are made first to get the desired parameters and then continue to make 1x2 and 1x4 antenna arrays. Feeding antenna arrays are arranged using the Wilkinson power divider technique on the patch side. Antenna array planning has a purpose to increase the antenna gain value and antenna directivity value. From the simulation results obtained successive values ranging from single antenna, 1x2 antenna array and 1x4 antenna array which includes return loss -21.5 dB, -15.06 dB and -13.25 dB. The SWR values are 1.2,1,4 and 1.5, respectively. The gain values are 5.67 dB, 8.5 dB and 11.35 dB, respectively. The antenna bandwidth is obtained at 78.7, 77.2 and 82.3. Angular width is obtained at 98.90, 86.50 and 79.20.

Keyword : Microstrip Antenna,Rectangular, Array 1x2, Array 1x4

PENDAHULUAN

Perkembangan antenna mikrostrip sangat menarik bagi para peneliti karena kemudahannya dalam mendesain dan melakukan proses pembuatan. Antenna mikrostrip mempunyai bentuk dasar pada patchnya yang berbentuk rectangular,

circular dan triangular. Teknologi antena mikrostrip telah diaplikasikan pada peralatan telekomunikasi, navigasi dan surveillance,

Antena mikrostrip mempunyai kelemahan bandwidth yang sempit dan karakteristik gain yang rendah serta lebih bagus diaplikasikan pada frekuensi tinggi. pada proses pengukuran seringkali kesulitan dalam menghasilkan parameter karena kurangnya peralatan dalam pengukuran seperti VNA, spektrum analyzer frekuensi tinggi, frekuensi counter frekuensi tinggi serta sebuah ruangan yang bebas dari arus gelombang elektromagnetik dari berbagai peralatan elektronik. Dalam perkembangannya, sektor telekomunikasi navigasi dan surveillance mampu beradaptasi dengan kebutuhan dan keinginan masyarakat. Sebuah teknologi nirkabel dapat memfasilitasi aspek kehidupan dalam teknologi atau aplikasi peralatan nirkabel. Dengan menggunakan antenna mikrostrip akan dapat dibuat alat komunikasi yang portabel sehingga mudah digunakan untuk sistem komunikasi yang lengkap (Indani, 2013)

Desain antena mikrostrip dapat mempengaruhi hasil dari pentransmisi suatu gelombang sinyal. Hal yang mempengaruhi hasil tersebut terutama pada jumlah patch yang dipakai dalam suatu rangkaian antena. Patch ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara, terletak paling atas dari keseluruhan sistem antena. (Kim et al., 2015). Kontribusi pada penelitian ini akan membahas tentang pengaruh banyak patch terhadap *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain* dan *angular width*. Untuk bentuk patch yang digunakan menggunakan bentuk rectangular/persegi panjang. sistem antena dievaluasi menggunakan desain antena single patch, 1x2 patch, dan 1x4 patch.

METODE

Sebelum melakukan desain terlebih dahulu dimensi antenna dihitung menggunakan rumus di bawah dalam menentukan panjang setiap bagian antenna. Spesifikasi kerja yang dipakai untuk prototype antena mikrostrip rectangular yang disimulasikan adalah:

- Frekuensi kerja : 3.2 GHz
- Impedansi terminal : 50 Ohm
- VSWR : ≤ 2
- Polarisasi : Vertikal
- Gain : ≥ 2 dB
- Return Loss : ≤ -10 dB
- Bentuk Patch : Rectangular

Aplikasi untuk merancang antena mikrostrip adalah software CST studio suite dengan spesifikasi frekuensi 3.5 GHz Substrat yang digunakan pada antena mikrostrip ini adalah FR-4 dengan nilai permeabilitas sebesar 4.3 ,sedangkan untuk ground plane dan patch yang digunakan adalah cooper.

Untuk perhitungan rumus dalam menentukan Panjang setiap bagian menggunakan rumus sebagai berikut (ARDIANTO et al., 2019)(Alam syah, 2018) :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Dari rumus (1) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

W = Lebar patch

c = Cepat rambat gelombang di udara $(3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

f_0 = Frekuensi resonan

ϵ_r = Permeabilitas bahan/jenis bahan

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \quad (2)$$

Dari rumus (2) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

ϵ_{reff} = Permeabilitas efektif

ϵ_r = Permeabilitas bahan/jenis bahan

h = Tebal substrat

W = Lebar patch

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

Dari rumus (3) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

L_{eff} = Panjang efektif patch

f_0 = Frekuensi resonan

ϵ_{reff} = Permeabilitas efektif

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (4)$$

Dari rumus (4) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

ΔL = Perubahan Panjang patch

h = Tebal substrat

W = Lebar patch

$$\begin{aligned} \epsilon_{reff} &= \text{Permeabilitas efektif} \\ L &= L_{eff} - 2\Delta L \end{aligned} \quad (5)$$

Dari rumus (5) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta L &= \text{Perubahan Panjang patch} \\ L_{eff} &= \text{Panjang efektif patch} \\ W_f &= \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln \ln (2B - 1) + \left[\ln \ln (B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \\ B &= \frac{6\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \end{aligned} \quad (6)$$

Dari rumus (6) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_f &= \text{Lebar feeding} \\ B &= \text{Impedance Permeabilitas} \\ Z_0 &= \text{Nilai impedansi yang diinginkan} \\ h &= \text{Tebal substrat} \\ \epsilon_r &= \text{Permeabilitas bahan/jenis bahan} \end{aligned}$$

Rumus rumus diatas digunakan untuk menghitung patch antenna dengan sistem pencatuan inset feeding. Dalam melakukan perhitungan antenna array diperlukan

Teknik percabangan percabangan menggunakan rumus sebagai berikut

$$Z = Z_0 \sqrt{N} \quad (7)$$

Dari rumus (7) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z &= \text{Output Impedance percabangan} \\ Z_0 &= \text{Impedansi masukan} \\ N &= \text{Jumlah percabangan} \\ d &= \frac{\lambda}{2} \end{aligned} \quad (8)$$

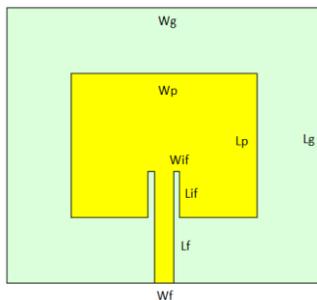
Dari rumus (8) diatas dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} d &= \text{jarak antar patch} \\ \lambda &= \text{Panjang gelombang frekuensi resonan} \end{aligned}$$

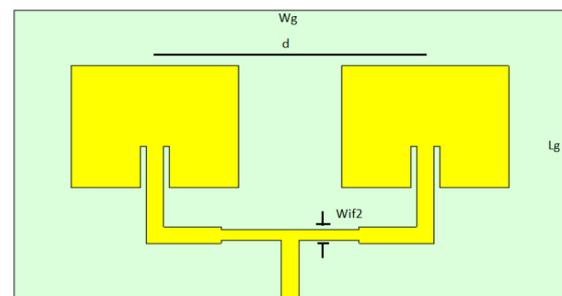
Desain Antena

Setelah melakukan perhitungan maka hasil perhitungan antenna akan diaplikasikan menggunakan software. Terlebih dahulu antenna akan didesain secara single dengan menggunakan patch berbentuk rectangular dan sistem pencatuan inset feeding. Desain antenna single terlihat pada gambar 1a. setelah dilakukan desain antenna single maka dilakukan desain yang kedua yaitu antenna array 1x2, menggunakan perhitungan patch antenna single digunakan. Antena yang terdiri dari 2 patch ini

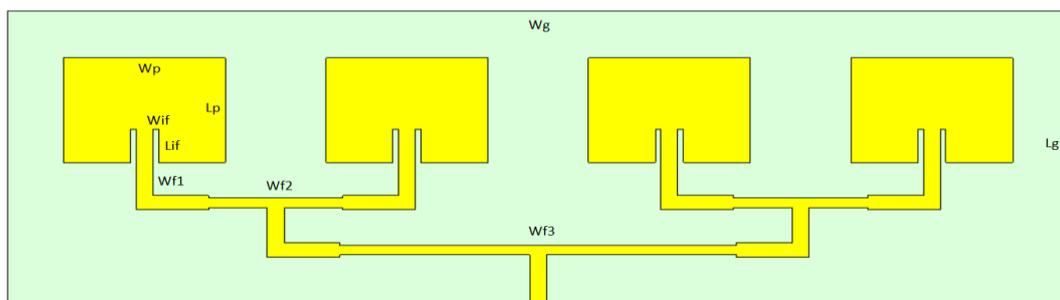
disatukan menggunakan sistem feeding bercabang dengan Teknik Wilkinson power divider dengan kombinasi dua nilai impedansi sebesar 50 ohm dan 70.7 ohm



Gambar 1a. Single Antena



Gambar 1b. Antena array 1x2



Gambar 1c. Antena array 1x4

Gambar 1. Desain antenna microstrip single dan array

Gambar gambar 1c. menunjukkan gambar desain antenna array 1x4, desain ini merupakan gabungan dari desain antenna single dan antenna array 1x2, dengan menggunakan teknik wilkinson power divider, antenna ini memiliki 3 cabang yang terdiri dari 2 cabang dari antenna array 1x2 kemudian kedua cabang tersebut dihubungkan ke satu feeding utama untuk mendapatkan catu daya. Jarak antar patch dibuat dengan perhitungan setengah lambda sebagai jarak terdekat untuk meminimalkan interferensi.

Untuk mendapatkan kinerja peralatan antenna yang baik dan sesuai parameter, maka hasil simulasi yang terkadang perlu dilakukan teknik optimasi pada antenna, hal ini disebabkan ada beberapa bagian antenna yang tidak dilakukan perhitungan secara langsung seperti insert feeding dan juga Panjang feeding antenna. Optimasi dilakukan dengan mengubah bentuk ukuran peradiasi dan saluran pencatu hingga

memenuhi kriteria spesifikasi antenna pada umumnya. Hasil optimasi menghasilkan ukuran antenna yang baru. (Firmansyah et al., 2016)

Tabel 1. Hasil perhitungan antenna microstrip

No	Bagian	Simbol	Spesifikasi
1.	Lebar patch	Wp	29 mm
2.	Panjang patch	Lp	22 mm
3.	Lebar saluran Pencatu	Wf	3 mm
4.	Panjang saluran pencatu	Lg	17 mm
5.	Lebar ground plane single	Wg	49 mm
6.	Panjang ground plane single	Lg	42 mm
7.	Lebar gap	Wif	1 mm
8.	Panjang gap	Lif	7 mm
8.	Lebar feeding array 1	Wf1	10 mm
9.	Lebar feeding array 2	Wf2	24 mm
10.	Lebar feeding array 3	Wf3	71 mmm
11.	Jarak antar patch	d	47mm
12.	Lebar ground plane 1x2	Wg	96mm
13.	Panjang Ground Plane 1x2	Lg	52mm
14.	Lebar ground plane 1x4	Wg	187mm
15.	Panjang ground plane 1x4	Lg	62mm
16.	Lebar pencatu 70.0ohm	Wif 70	2mm
17.	Lebar pencatu 50 ohm	W50	3mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini kita akan mengevaluasi perbandingan *return loss*, *VSWR*, *gain*, *angular width*, parameter-parameter tersebut penting dalam mendesain antenna. *Return Loss* adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. *Return loss* pada dasarnya memiliki asal yang saling bersinergi dengan *VSWR* yaitu terjadi disebabkan oleh percampuran antara gelombang yang ditransmisikan dan gelombang yang dipantulkan yang sama-sama menentukan matching antara perangkat transmitter dengan antenna.

VSWR adalah rasio perbandingan antara gelombang datang dan gelombang pantul dimana kedua gelombang tersebut membentuk gelombang berdiri. Gelombang berdiri (*Standing Wave*) merupakan gabungan antara refleksi

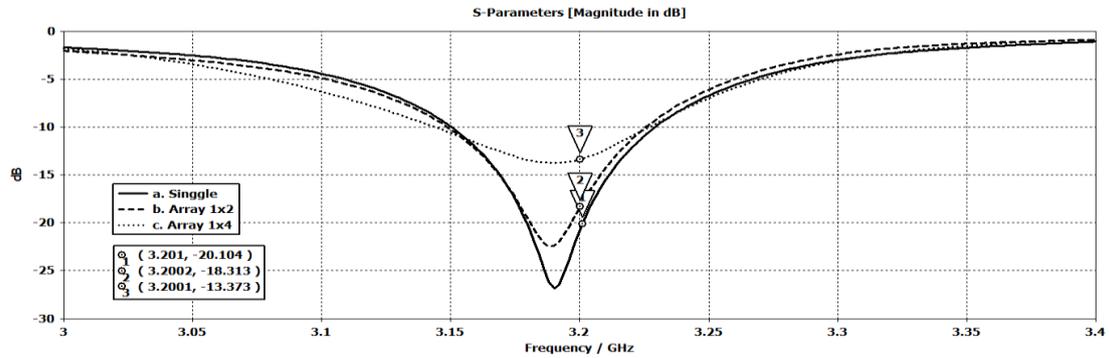
dan interferensi yaitu gelombang pantul menginterferensi gelombang datang sehingga fasa gelombang datang terganggu oleh gelombang pantul yang mengakibatkan gelombang datang mengalami kerusakan. Semakin tinggi nilai VSWR berarti performansi dari antenna tersebut semakin tidak baik atau gelombang yang berinterferensi semakin besar

Gain (*directive gain*) adalah karakter antenna yang terkait dengan kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu. Gain bukanlah kuantitas yang dapat diukur dalam satuan fisis pada umumnya seperti watt, ohm, atau lainnya, melainkan suatu bentuk perbandingan. Oleh karena itu, satuan yang digunakan untuk gain adalah decibel

Pola Radiasi Antena (*Radiation Pattern*) Pola Radiasi atau Radiation Pattern adalah penggambaran radiasi yang berkaitan dengan kekuatan gelombang radio yang dipancarkan oleh antenna ataupun tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh antenna pada sudut yang berbeda. Pada umumnya Pola Radiasi ini digambarkan dalam bentuk plot 3 dimensi. Pola radiasi antenna 3 dimensi ini dibentuk oleh dua pola radiasi yaitu pola elevasi dan pola azimuth. Bentuk pola radiasi adalah Pola Omnidirectional pattern yaitu pola radiasi yang serba sama dalam satu bidang radiasi dan Pola Directive yang membentuk bola berkas yang sempit dengan radiasi yang tinggi. Pada pembahasan di bawah ini akan dibahas tentang parameter-parameter yang telah dijelaskan diatas.

Return Loss

Hasil dari return loss ketiga antenna tertera pada gambar dibawah ini. Garis *solid* menunjukkan grafik dari single antenna. Garis *dashed* menunjukkan nilai dari antenna array 1x2 dan garis *dot* menunjukkan nilai dari antenna array 1x4. Nilai frekuensi yang terdapat pada sumbu x dimulai dari 3 GHz sampai dengan 3.4 Ghz, kemudian nilai sumbu y adalah nilai magnitude return loss dengan nilai dari 0 dB sampai dengan -30 dB..

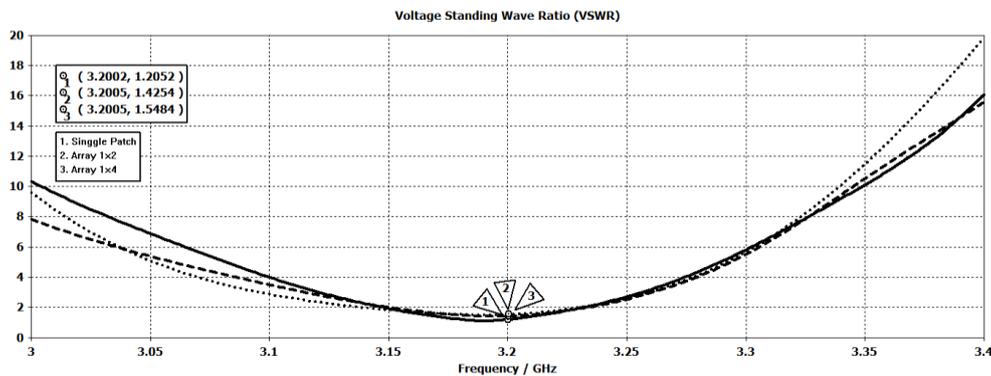


Gambar 2. Nilai return loss antenna single, array 1x2 dan 1x4

Pada gambar 2 terdapat segitiga yang diletakkan pada nilai frekuensi 3.2 GHz. Terlihat pada segitiga 1 nilai return loss menunjukkan -20 dB, pada segitiga 2 nilai return loss -18,3 dB dan pada segitiga 3 nilai return loss -13.3 dB. Terlihat bahwa untuk nilai range maksimal tidak terletak pada frekuensi 3.2 GHz. Antenna single mempunyai pada frekuensi 3.19 mempunyai nilai return loss sebesar -26.8 dB. Antenna array 1x2 pada frekuensi 3.18 GHz mempunyai return loss -22.2 dB dan antenna 1x4 pada frekuensi 3.19 GHz mempunyai nilai return loss -13.7 dB.

VSWR

Gambar 3 menunjukkan grafik VSWR terhadap frekuensi kerja antenna 3.2 GHz. Grafik solid menunjukkan nilai antenna single. Grafik dashed menunjukkan nilai antenna array 1x2 dan grafik dot menunjukkan nilai antenna array 1x4. Ada korelasi hubungan return loss terhadap nilai VSWR. Jika nilai return loss dibawah 10 dB maka nilai VSWR dibawah 2.



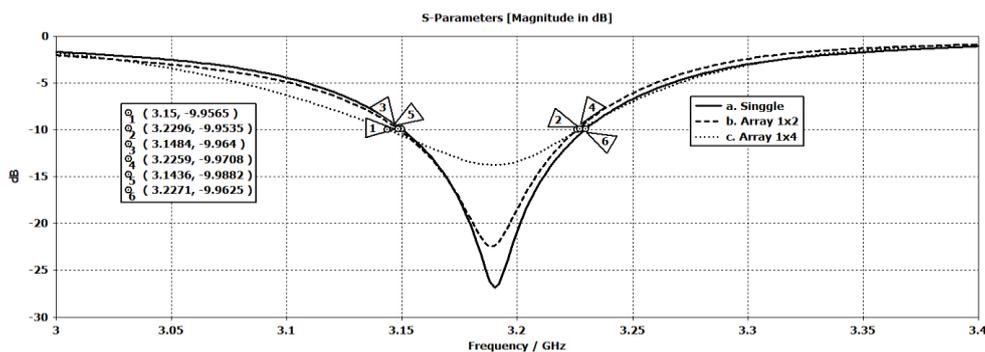
Gambar 3. Nilai SWR antenna single, antenna array 1x2 dan antenna array 1x4

Terdapat segitiga sebagai penanda yang menunjukkan nilai SWR hasil simulasi, didapatkan nilainya berturut turut 1.2, 1.42 dan 1.54. nilai SWR ini

mempunyai korelasi dengan nilai return loss pada gambar 2. Semakin tinggi nilai return loss maka nilai SWR semakin rendah. Jika VSWR = 1 maka seluruh daya akan dipancarkan melalui antenna.

Bandwidth

Gambar 4 menunjukkan nilai frekuensi terhadap nilai magnitude return loss antenna. Nilai bandwidth didapatkan dengan mengambil frekuensi kerja lebih besar sama dengan 10 dB. Nilai grafik menunjukkan bahwa grafik solid adalah untuk antenna single. Grafik dashed untuk antenna array 1x2 dan grafik dot menunjukkan antenna 1x4.

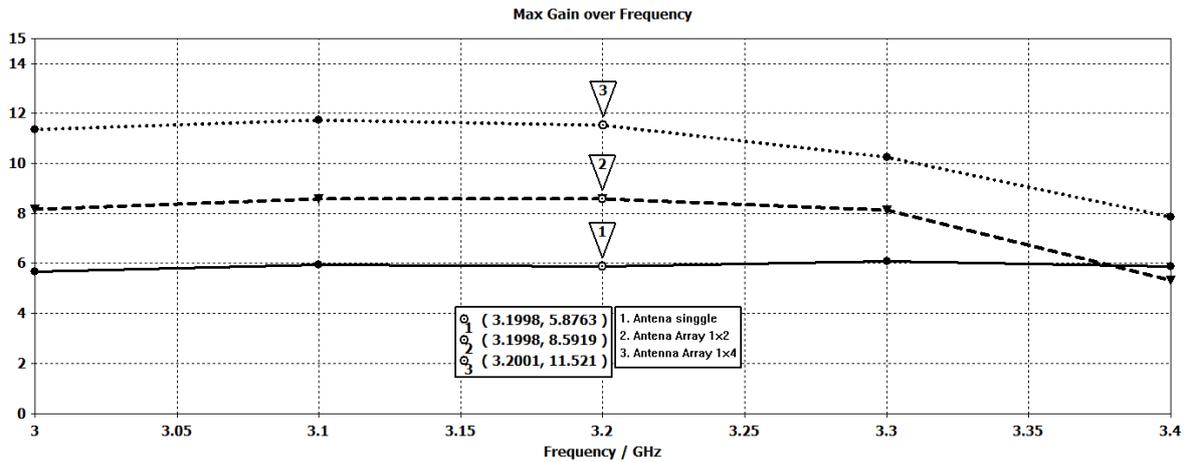


Gambar 4. Nilai bandwidth antenna single, antenna array 1x2 dan antenna array 1x4

Gambar segitiga pada grafik antenna menunjukkan frekuensi kerja dibawah sama dengan 10 dB. setelah dilakukan penandaan pada masing masing grafik didapatkan nilai bandwidth masing – masing 78.7 MHz, 77.2 MHz dan 82.3 MHz. terdapat pergeseran nilai pada desain antenna ini pada masing masing desain. Antenna single mengalami penyempitan bandwidth sebesar 1.5 MHz sedangkan antenna array 1x4 mengalami pelebaran bandwidth sebesar 3.6 MHz.

Gain

Gambar 5. dibawah ini menunjukkan nilai gain masing masing antenna, grafik solid menunjukkan nilai gain antenna single. Grafik dashes menunjukkan nilai antenna array 1x2 dan grafik dot menunjukkan nilai array 1x4. Gain berhubungan dengan nilai patch antenna yang dibuat menjadi desain antenna array. Pada series array feeding semakin banyak jumlah patch antenna maka besaran gain semakin tinggi.

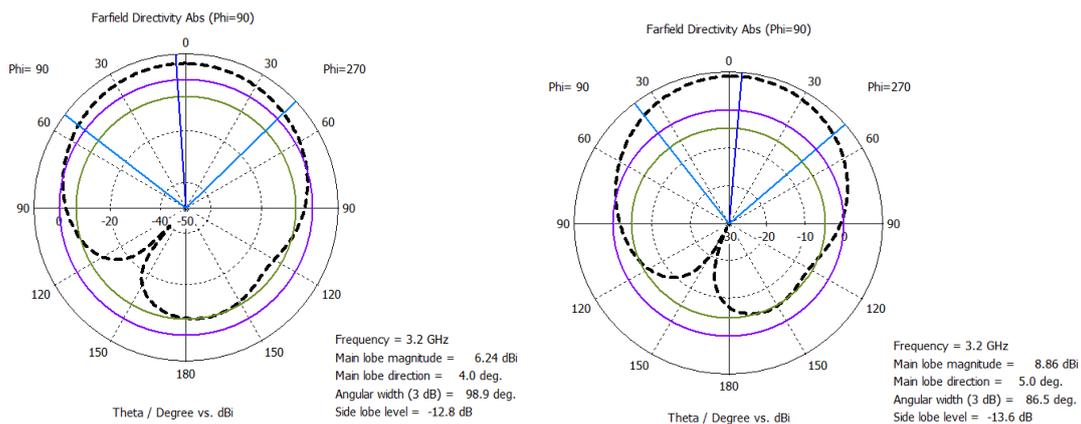


Gambar 5. Nilai gain antena single, antena array 1x2 dan antena array 1x4

Pada gambar diatas terdapat juga tiga buah segitiga yang menandakan nilai gain pada masing masing desain antena dengan nilai masing masing 5.8 dB, 8,5 dB dan 11.5 dB sehingga menunjukkan satu pembuktian bahwa semakin banyak jumlah array nyam aka semakin besar nilai gain antenna .

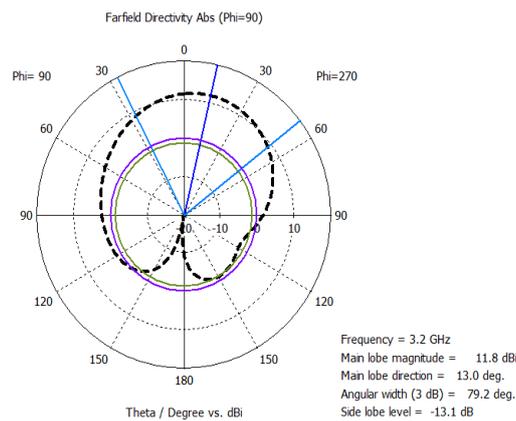
Radiation pattern

Gambar 6. dibawah ini menunjukkan hasil simulasi dari radiation pattern. Gambar tersebut menunjukkan main lobe magnititude, main lob direction, angular width (3 dB) dan side lobe level. Main lobe magnititude ditunjukkan dengan garis putus putus yang berpotongan dengan main lobe direction yang berada di tengah. Lingkaran dalam menunjukkan nilai radiasi isotropis dan lingkaran tengah sebagai referensi dari posisi lingkaran. Tanda irisan lingkaran membentuk irisan pizza menunjukkan nilai angular width dan garis tengah diantara irisan menunjukkan nilai main lobe direction



Gambar 6a. single antenna

Gambar 6b. antenna array 1x2



Gambar 6c. antenna array 1x4

Gambar 6. Nilai radiation pattern antena single, antena array 1x2 dan antena array 1x4. Nilai dari radiation pattern masing masing antena bisa dilihat pada gambar 6a,6b dan 6c. pada pembahasan ini disoroti nilai angular width berturut turut 98.9° , 86.5° dan 79.2° ini menunjukkan pengaruh patch pada susunan linear array mempengaruhi direktivitas antena.

PENUTUP

Kesimpulan

Pada paper ini berhasil dirancang antena microstrip berbentuk rectangular patch yang bekerja pada frekuensi 3,2. Frekuensi tersebut terletak pada S band . Di penelitian ini menggunakan 3 desain antena antena, yaitu single patch, array 1x2, dan array 1x4. Dari hasil evaluasi simulasi didapatkan hasil yang ditunjukkan seperti tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil evaluasi antena single, array 1x2 dan array 1x4

Parameter Antenna	Single Patch	Array 1x2	Array 1x4
Return Loss	-21.5 dB	-15.6 dB	-13.25 dB
VSWR	1.2	1.4	1.5
Bandwidth	78.7 MHz	77.2 MHz	82.3 MHz
Gain	5.67 dB	8.59 dB	11.35 dB
Angular Width	98.9°	86.5°	79.2°

Desain antena array dengan menggunakan series feeding menunjukkan bahwa gain antena semakin besar saat ada penambahan patch antena, sedangkan angular

width (AW)(3dB) menjadi semakin. Nilai AW yang semakin kecil menunjukkan direktivitas antena semakin sempit. Hal ini berakibat nilai gain semakin besar

DAFTAR PUSTAKA

- Alam syah, R. F. N. (2018). Meningkatkan Gain untuk Aplikasi LTE pada Frekuensi 2.300 Mhz. *Teknik Dan Ilmu Komputer*, 07, 365–378.
- Ardianto, F. W., Renaldy, S., Lanang, F. F., & Yunita, T. (2019). Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2 dengan U-Slot Frekuensi 28 GHz. *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v7i1.43>
- Dahlan, E. (2009). Perencanaan Dan Pembuatan Antena Mikrostrip Array 2x2 Pada Frekuensi 1575 Mhz. *Jurnal EECCIS*, 3(1), 53–56.
- Dinesh Kumar, G. (2018). Design of 4x4 microstrip quasi-yagi beam-steering antenna array operation at 3.5ghz for future 5g vehicle applications. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 7(6), 34–37.
- Dwi Cahyo, R. (2009). *Perancangan Dan Analisis Antena Mikrostrip Array Dengan Frekuensi 850 Mhz Untuk Aplikasi Praktikum Antena*. 1–9.
- Ferdous, N., Chin Hock, G., Hamid, H. A. S., Raman, M. N. A., Sieh Kiong, T., & Ismail, M. (2019). Design of a small patch antenna at 3.5 ghz for 5g application. *Iop Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1), 2–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012152>
- Firmansyah, T., Purnomo, S., Fatonah, F., & Fajar Nugroho, T. H. (2016). Antena Mikrostrip Rectangular Patch 1575,42 MHz dengan Polarisasi Circular untuk Receiver GPS. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 4(4). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i4.170>
- Indani, W. (2013). Segiempat Dengan Teknik Planar Array Untuk Aplikasi Wireless - Lan. *Jurnal Universitas Sumatra Utara*, December, 47–52.