



# JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 2X2 FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK KOMUNIKASI IoT**

(Syah Alam, Irtanto Wijaya)

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN 3G ANTARA 2 OPERATOR SELULER (STUDI KASUS: KECAMATAN CAKUNG, JAKARTA TIMUR)**

(Kukuh Aris Santoso, David Sebastian)

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PLATFORM ANDROID**

(Rajes Khana, Uus Usnul )

**ANALISA KEGAGALAN SINKRON PADA PARALEL DUA GENERATOR**

(Setia Gunawan, Afrian Tri Hartanto )

**ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA**

(Ahmad Rofii, Rijon Ferdinand Simanjuntak )

**RANCANG BANGUN SECURED DOOR AUTOMATIC SYSTEM UNTUK KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SMS BERBASIS ARDUINO**

(Donny Widcaksono, Masyhadi )

**MINIATUR ROPEBA (ROBOT PEMINDAH BARANG) FT – UHAMKA**

(Muhammad Ramdani, Sahrudin, Aziz Octavianto, Mujirudin, Harry Ramza)



Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Jurnal Kajian Teknik Elektro

Vol.3

No.1

Hal.1-78

Maret - Agustus 2018

E-ISSN 2502-8464

# **JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO**

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-6484

---

## **Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Elektro**

### **Pemimpin redaksi**

Setia Gunawan

### **Dewan Redaksi**

Syah Alam  
Ikhwanul Kholis  
Ahmad Rofii  
Rajesh Khana

### **Redaksi Pelaksana**

Kukuh Aris Santoso

### **English Editor**

English Center UTA`45 Jakarta

### **Staf Sekretariat**

Dani  
Suyatno

### **Alamat Redaksi**

Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta  
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia  
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

# JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-6484

---

## DAFTAR ISI

<b>PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 2X2 FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK KOMUNIKASI IoT</b>	1
(Syah Alam, Irtanto Wijaya)	
<b>ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN 3G ANTARA 2 OPERATOR SELULER (STUDI KASUS: KECAMATAN CAKUNG, JAKARTA TIMUR)</b>	10
(Kukuh Aris Santoso, David Sebastian)	
<b>RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN PLATFORM ANDROID</b>	18
(Rajes Khana, Uus Usnul )	
<b>ANALISA KEGAGALAN SINKRON PADA PARALEL DUA GENERATOR</b>	32
(Setia Gunawan, Afrian Tri Hartanto )	
<b>ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA</b>	39
(Ahmad Rofii, Rijon Ferdinand Simanjuntak )	
<b>RANCANG BANGUN SECURED DOOR AUTOMATIC SYSTEM UNTUK KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SMS BERBASIS ARDUINO</b>	52
(Donny Widcaksono, Masyhadi )	
<b>MINIATUR ROPEBA (ROBOT PEMINDAH BARANG) FT – UHAMKA</b>	67
(Muhammad Ramdani, Sahrudin, Aziz Octavianto, Mujirudin, Harry Ramza)	

# PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 2X2 FREKUENSI 2,4 GHZ UNTUK KOMUNIKASI IoT

Syah Alam <sup>1)</sup>, Irtanto Wijaya <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

<sup>2)</sup> Magister Teknik Elektro, Universitas Trisakti, Indonesia

email : alam\_bizkit@yahoo.com, irtanto09@gmail.com

## ABSTRAK

Jurnal ini ditujukan untuk men-desain antenna mikrostrip dengan empat elemen peradiasi dengan susunan array 2x2 yang bekerja pada frekuensi 2,4 Ghz . Teknik pencatuan yang digunakan pada perancangan antenna mikrostrip adalah teknik pencatuan saluran mikrostrip. Pada desain antenna ini dititik beratkan pada gain dengan frekuensi 2,4 Ghz yang digunakan untuk komunikasi antara sensor-sensor pada jaringan Wi-Fi dengan sensor gateway. Hasil simulasi perancangan antenna pada frekuensi 2.4 Ghz didapatkan return loss sebesar -27.23 dB dengan VSWR sebesar 1.089. Bandwidth yang didapatkan pada perancangan antenna mikrostrip array 2x2 adalah 308 MHz.

**Kata kunci** : *Array, Microstrip, Antenna, Return Loss, VSWR*

## ABSTRACT

This journal is proposed to design a microstrip antenna with four irradiating elements with 2x2 array arrangement working at 2.4 Ghz frequency. The feeding technique used in microstrip antenna design is microstrip line feeding technique. In this antenna design pointed at gain with frequency 2,4 Ghz which is used for communication between sensors on Wi-Fi network with gateway sensor. The result of antenna design simulation at 2.4 Ghz frequency obtained return loss of -27.23 dB with VSWR of 1.089. The bandwidth obtained in the design of 2x2 array microstrip antenna is 308 MHz

**Keyword** : *Array, Microstrip, Antenna, Return Loss, VSWR*

*Naskah Diterima* : 15 Maret 2018

*Naskah Direvisi* : 18 Maret 2018

*Naskah Diterbitkan* : 21 Maret 2018

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu perkembangan jaringan wireless yang populer saat ini adalah wireless fidelity (Wi-Fi) yang beroperasi pada frekuensi 2.4 Ghz. Selain teknologi wireless, teknologi perangkat sensor dan komputer yang semakin canggih memungkinkan untuk membangun jaringan komunikasi sensor dan perangkat kontrol melalui jaringan internet yang umum disebut sebagai Internet of Things. Dengan menggunakan jaringan Wi-Fi untuk menghubungkan antar sensor pada tempat yang berjauhan dibutuhkan sebuah alat yaitu antenna yang berfungsi memancarkan dan menerima gelombang radio yang membawa informasi data sensor.

Antena mikrostrip merupakan salah satu antenna yang banyak dikembangkan dan digunakan pada perangkat telekomunikasi modern salah satunya adalah Wi-Fi karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya bentuk yang sederhana dan mudah difabrikasi. Antena mikrostrip dengan satu elemen peradiasi memiliki beberapa kelebihan yaitu murah, ukuran lebih kecil dan ringan[1]. Disamping kelebihan yang

dimiliki satu elemen peradiasi memiliki beberapa kekurangan berupa bandwidth yang dihasilkan sempit dan keterbatasan dalam gain[2]. Kekurangan dalam hal gain pada antenna mikrostrip dapat diatasi dengan mengimplementasikan banyak elemen peradiasi dalam konfigurasi array [3]. Untuk kekurangan dalam bandwidth dapat diatasi dengan menambahkan lossy elements akan tetapi akan mengganggu efisiensi antenna, sehingga dengan menerapkan array antenna dapat juga menaikkan bandwidth[4].

Dalam penelitian ini, masalah yang diteliti bagaimana cara merancang dan merealisasikan antenna mikrostrip rectangular untuk aplikasi Wi-Fi 2.4 Ghz dengan gain yang besar.

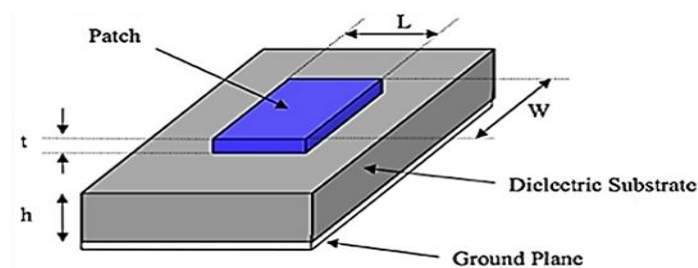
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antenna yang tersusun dari tiga bagian dasar [5] yaitu :

- Peradiasi ( patch ) adalah bagian terletak paling atas dari antenna terbuat dari bahan konduktor yang berfungsi meradiasikan gelombang elektromagnet.
- Subtrat berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnet dari sistem pencatuan.
- Groundplane yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.

Struktur dasar dari antenna mikrostrip dapat dilihat pada gambar1 dibawah ini



**Gambar 1.** Struktur dasar antenna mikrostrip[5]

### B. Parameter antenna mikrostrip

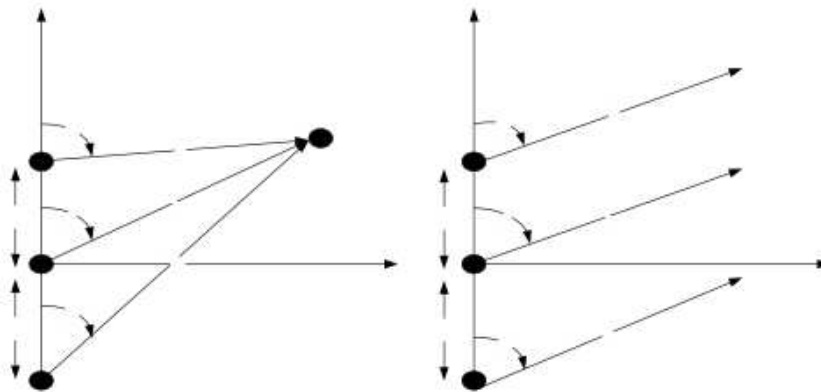
Beberapa parameter utama antenna mikrostrip dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap gelombang yang dikirimkan[5], sehingga tidak semua daya gelombang diradiasikan tetapi ada yang dipantulkan kembali.
- Voltage Standing Wave Ratio ( VSWR ) adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri ( standing wave ) maksimum dengan minimum [5] yang terdapat pada saluran transmisi.
- Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi[5] atau selisih dari frekuensi atas dengan frekuensi bawah.
- Gain antenna menunjukkan seberapa efisien sebuah antenna dapat mentransformasikan daya yang ada pada terminal masukan menjadi daya yang teradiasi pada arah tertentu [5].

### C. Teknik array

Biasanya antenna elemen tunggal memiliki pola radiasi yang sangat lebar, dan setiap elemen tersebut menghasilkan keterarahan dan perolehan (*gain*) yang rendah. Pada banyak aplikasi diperlukan antenna dengan keterarahan yang baik dan perolehan (*gain*) yang tinggi. Contoh aplikasi yang membutuhkan karakteristik tersebut antara lain adalah radar, penginderaan jauh, komunikasi satelit, dan banyak lagi. Kebutuhan karakteristik ini dapat dipenuhi dengan menyusun antenna dengan beberapa konfigurasi. Antenna susunan ini sering disebut dengan antenna *array*[6].

Antenna *array* adalah susunan dari beberapa antenna yang identik. Sinyal dari antenna tersebut digabung atau diproses untuk meningkatkan performansi yang diperoleh dari satu antenna. Tujuan membuat antenna *array* antara lain untuk meningkatkan *gain* antenna, meningkatkan *directivity* antenna, mengarahkan daya pancar menuju sektor sudut yang diinginkan, menentukan arah kedatangan sinyal, dan memaksimalkan SNR (*Signal to Interference Plus Noise Ratio*). Jumlah elemen, pengaturan geometris, amplitudo relatif dan fase relative dari antenna yang akan di-*array* bergantung pada pola sudut yang harus dicapai. Jika antenna *array* telah dirancang untuk fokus ke arah tertentu, maka akan mudah untuk mengarahkan ke beberapa arah lain dengan mengubah fase relative dari elemen *array*, proses ini disebut *steering* atau *scanning*[6].



**Gambar 2. Geometri Dua Elemen Array [6]**

Persamaan rumus yang bisa digunakan untuk merancang antenna *array*, adalah [6] :

1. Jarak antara elemen *patch*

$$d = \frac{\lambda}{2} \quad (2.1)$$

2. Menghitung *array factor*

$$AF = 2 \cos \left[ \frac{1}{2} (kd \cos \theta + \beta) \right] \quad (2.2)$$

3. Perbedaan fasa eksitasi antara elemen antenna *array*

$$\Delta l = \frac{\theta \lambda}{360} \quad (2.3)$$

### 3. PERANCANGAN ANTENA

Perancangan antenna ini dimulai dengan merancang antenna satu elemen peradiasi, kemudian dilanjutkan menjadi dua elemen peradiasi (*array* 1x2) dan terakhir ditambahkn 2 elemen lagi sehingga menjadi empat elemen dengan susunan *array* 2x2

menggunakan dual layer substrate dengan *relative permittivity* ( $\epsilon_r$ ) = 4.3, ketebalan substrat ( $h$ ) = 1.6 mm dan loss tangent ( $\tan \delta$ ) = 0.0265 .

Dimensi elemen peradiasi antenna didapatkan dengan persamaan di bawah ini[7]:

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (3.1)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3.2)$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{\epsilon_{eff} + 0,3 \left( \frac{W}{h} + 0,264 \right)}{\epsilon_{eff} - 0,258 \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (3.3)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (3.4)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (3.5)$$

Jarak antar elemen peradiasi pada dihitung dari sisi terluar peradiasi dapat dicari nilainya dengan persamaan[6].

$$d = \frac{\lambda_0}{4} = \frac{c}{4f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3.6)$$

### A. Desain Antena Mikrostrip Satu Elemen

Dalam pembuatan desain awal antenna mikrostrip terlebih dahulu diketahui karakteristik dari komponen bahan penyusun antenna diantaranya spesifikasi papan substrat yang digunakan, frekuensi yang ditentukan, panjang dan lebar elemen *patch* antenna. Pada penelitian ini karakteristik substrat yang digunakan sebagai berikut :

- Konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) = 4.3
- Ketebalan substrat ( $h$ ) = 1.6 mm
- *Loss tangen* = 0.0265
- Frekuensi kerja = 2.4 GHz =  $24 \times 10^8$  Hz

Kemudian merancang dimensi elemen peradiasi (*patch*) berbentuk persegi panjang ( $W > L$ ) dengan menggunakan persamaan 3.1 dibawah ini :

#### 1. Lebar *patch* (*width*) :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (3.1)$$

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \cdot (24 \times 10^8) \sqrt{\frac{4.3 + 1}{2}}}$$

$$W = 0.040 \text{ m dibulatkan menjadi } 40 \text{ mm}$$

## 2. Panjang *patch* (*length*) :

$$L = L_{\text{eff}} - 2\Delta L \quad (3.4)$$

Untuk menghitung panjang *patch* (*L*) dibutuhkan persamaan 3.2 yaitu panjang efektif ( $L_{\text{eff}}$ ) dan persamaan 2.3 untuk panjang tambahan *patch* ( $\Delta L$ ) yang dimana panjang efektif ( $L_{\text{eff}}$ ) adalah :

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3.2)$$

Sedangkan untuk menghitung panjang efektif ( $L_{\text{eff}}$ ) dibutuhkan persamaan 2.4 yaitu konstanta dielektrik efektif ( $\epsilon_{\text{reff}}$ ) yang dimana :

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (3.5)$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{4.3 + 1}{2} + \frac{4.3 - 1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{1.6}{40} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = 4.0066$$

Maka,

$$L_{\text{eff}} = \frac{3 \times 10^8}{2(24 \times 10^8) \sqrt{4.3}}$$

$$L_{\text{eff}} = 0.03258 \text{ m} = 32.58 \text{ mm}$$

Untuk panjang tambahan *patch* ( $\Delta L$ ) dapat menggunakan persamaan 3.3 seperti berikut.

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left( \frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left( \frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1.6 \frac{(3.998 + 0.3) \left( \frac{40}{1.6} + 0.264 \right)}{(3.998 - 0.258) \left( \frac{40}{1.6} + 0.8 \right)}$$

$$\Delta L = 2.299 \text{ mm}$$

Maka panjang *patch* antenna (*L*) diperoleh pada persamaan 3.7 dibawah ini :

$$L = L_{\text{eff}} - \Delta L \quad (3.7)$$

$$L = 32.58 - 2.299$$

$$L = 30.281 \text{ mm dibulatkan menjadi } 30.3 \text{ mm}$$

## 3. Lebar Saluran Mikrostrip (*w*)

Pada perancangan lebar saluran mikrostrip (*w*) terlebih dahulu diketahui nilai konstanta dielektrik substrat ( $\epsilon_r$ ) yaitu sebesar 4.3 kemudian nilai impedansi. Pada penelitian ini menggunakan konektor SMA 50 $\Omega$  maka untuk mendapatkan impedansi *matching* nilai  $Z_0$  sama dengan nilai konektor SMA yaitu 50 $\Omega$ . Sehingga diperlukan persamaan 3.8 nilai B yaitu :



$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3.8)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{50\sqrt{4.3}}$$

$$B = 5.705 \text{ dibulatkan menjadi } 5.7$$

Maka lebar saluran pencatu untuk  $50\Omega$  sesuai dengan persamaan matematis 3.9 adalah :

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

$$(2.10)$$

$$W = \frac{2(1.6)}{3.14} \left\{ 5.7 - 1 - \ln(2(5.7) - 1) + \frac{4.3-1}{2(4.3)} \left[ \ln(5.7 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{4.3} \right] \right\}$$

$$W = \frac{3.2(4.7-2.341) + \frac{3.3}{8.6}(1.547+0.39-0.141)}{3.14}$$

$$W = \frac{3.2(4.7-2.341+0.68905)}{3.14} = \frac{9.75376}{3.14}$$

$$W = 3.106 \text{ mm dibulatkan menjadi } 3.1 \text{ mm}$$

Maka setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan bentuk antenna dengan ukuran seperti berikut :

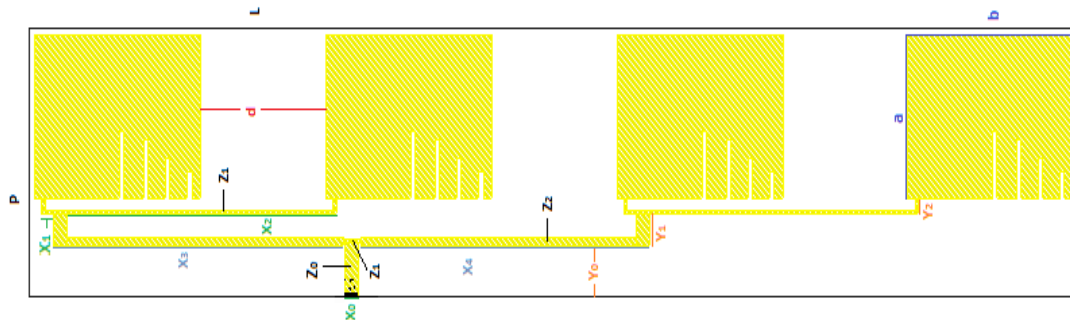
Lebar <i>patch</i> (W)	: 40 mm
Panjang <i>patch</i> (L)	: 30.3 mm
Lebar Satuan Pencatu(w)	: 3.1 mm

## B. Desain Antena Mikrostrip 2 Elemen

Dimensi antenna mikrostrip empat elemen disusun array 2x2 dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk ukuran lebar pencatu  $Z_0$ ,  $Z_1$ , dan  $Z_2$  didapatkan menggunakan bantuan perangkat lunak PCAAD. Untuk desain antenna mikrostrip array 2x2 dapat dilihat pada gambar 3

**Tabel 1.** Dimensi Antena Mikrostrip *array* 2x2

Dimensi	Ukuran
Panjang elemen peradiasi (b)	38 mm
Lebar elemen peradiasi (a)	30 mm
Lebar saluran pencatu $50 \Omega$ ( $Z_0$ )	3,1 mm
Lebar saluran pencatu $100 \Omega$ ( $Z_1$ )	0,7 mm
Lebar saluran pencatu $70,7 \Omega$ ( $Z_2$ )	1,6 mm
Jarak antar <i>patch</i> (d)	28,5 mm
Luas <i>enclosur</i> (P x L)	49 mm x 240 mm
$X_1$	2.7 mm
$X_2$	61.4 mm
$X_3$	66.1 mm
$X_4$	65.9 mm
$Y_0$	9.3 mm
$Y_1$	5.7 mm
$Y_2$	2.9 mm



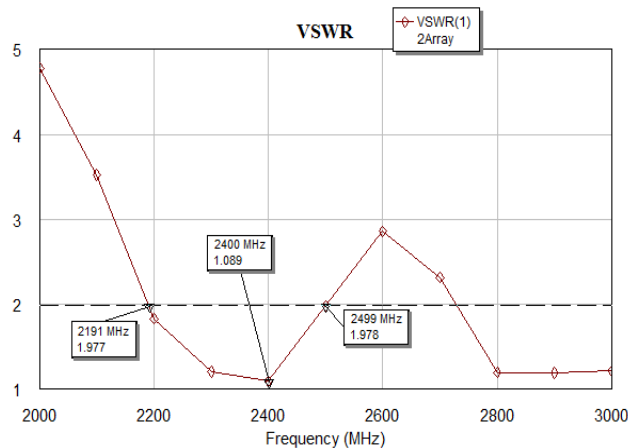
Gambar 3. Desain empat elemen peradiasi dalam susunan array 2x2

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

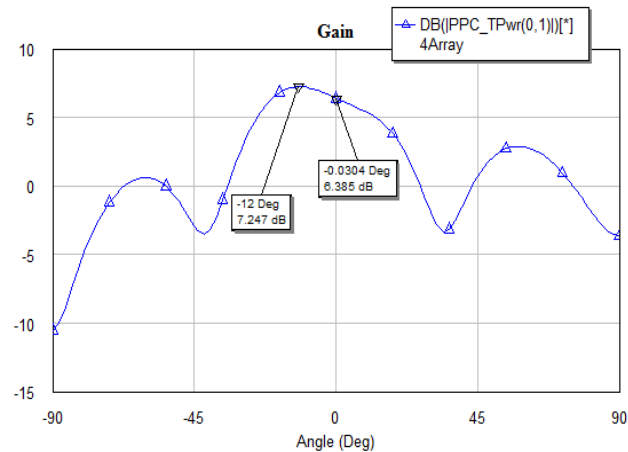
Hasil simulasi *return loss*, *VSWR* dan *gain* dari antenna empat elemen peradiasi array 2x2 dapat dilihat pada gambar 4, 5 dan 6 di bawah ini :



Gambar 4. Return loss antenna dengan susunan peradiasi array 2x2.



Gambar 5. VSWR antenna dengan susunan peradiasi array 2x2.



**Gambar 6.** Gain antenna dengan susunan peradiasi *array 2x2*

Perbandingan Gain dalam perancangan 4 elemen peradiasi dalam susunan *array 2x2*

**Tabel 2.** Perbandingan *gain* dan *bandwidth* pada 1,2 dan 4 elemen peradiasi

<b>Kondisi Patch</b>	<b>Gain</b>	<b>Bandwidth</b>
Satu elemen peradiasi	5.33 dB	163 Mhz
Array 1x2	5.7 dB	304 Mhz
Array 2x2	7.247 dB	308 Mhz

## 5. KESIMPULAN

Desain antenna empat elemen peradiasi *rectangular* dengan susunan *array 2x2* yang bekerja pada frekuensi 2,4 Ghz bekerja sesuai harapan.

1. Return loss yan dihasilkan pada frekuensi 2,4 Ghz adalah -27,41 dB.
2. Nilai VSWR sebesar 1,089 pada frekuensi 2,4 Ghz.
3. Bandwidth yang yang dihasilkan pada rancangan empat elemen *patch 2x2 array* adalah 308Mhz.
4. Gain yang dihasilkan pada rancangan antenna empat elemen *2x2 array* adalah 7,25dB pada sudut -12 Deg. Nilai Gain

## DAFTAR REFERENSI

- [1.] Akbar, A., Alam, S., & Surjati, I. (2017). Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular (2, 45 GHz) Array dengan Teknik Pencatu Proximity Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 6(2), 215-224.
- [2.] S. Alam, I. G. N. Y. Wibisana and I. Surjati, "Miniaturization of array microstrip antenna using peripheral slits for wireless fidelity communication," 2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR) : International Symposium on Electrical and Computer Engineering, Nusa Dua, 2017, pp. 91-95.

- [3.] Alam, S., Wibisana, I. G. N. Y., & Surjati, I. (2017). Rancang Bangun Antenna Mikrostrip Peripheral Slits Linear Array Untuk Aplikasi Wi-Fi. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13(1), 18-26.
- [4.] Nugraha, I. P. E. D., Surjati, I., & Alam, S. (2017). Miniaturized Minkowski-Island Fraktal Microstrip Antenna Fed by Proximity Coupling for Wireless Fidelity Application. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 15(3).
- [5.] Alam, S. (2016). The Design of Triangular Microstrip Antenna for Wimax Application at 2.300 MHz Frequency. *Teknik dan Ilmu Komputer*, 4(15).
- [6.] Surjati, I. (2010). *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. Universitas Trisakti, Jakarta.
- [7.] Wong, K. L. (2004). *Compact and broadband microstrip antennas (Vol. 168)*. John Wiley & Sons.