

# PERBANDINGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DUAL BAND DENGAN PENCATUAN *MICROSTRIP LINE* DAN EMC (*ELECTROMAGNETICALLY COUPLED*)

(Comparison of Dual Band Microstrip Array Antenna with Microstrip Line Feeding and Electromagnetically Coupled Feeding)

Citra Andriyani<sup>1</sup>, Bambang Sumajudin<sup>2</sup>, Trasma Yunita<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>citraandriyani@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>bambangsumajudin@telkomuniversity.co.id,

<sup>3</sup>trasmayunita@telkomuniversity.ac.id

## Abstrak

Antena merupakan suatu perangkat yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam komunikasi *wireless*. Antena mikrostrip single *patch* atau antena tunggal memiliki karakteristik *bandwidth* yang sempit dan *gain* antena yang kecil. Pada tugas akhir ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip *array* yang bekerja pada dua frekuensi kerja atau *dual band* yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz yang dapat diaplikasikan untuk WiFi atau *Wireless Fidelity* sesuai dengan standar IEEE 802.11n.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan frekuensi *dual band* ini adalah dengan penambahan slot pada sisi *patch*. Teknik *array* dapat mengatasi kekurangan antena mikrostrip yang memiliki *bandwidth* yang sempit. Selain dapat memperlebar *bandwidth*, teknik *array* juga dapat meningkatkan nilai *gain*.

Perancangan ini menggunakan antena mikrostrip *array* (disusun) dengan *patch rectangular* dan dilakukan penambahan slot pada sisi *patch* agar mendapatkan frekuensi resonan yang berbeda. Bahan *patch* dan *groundplane* yang digunakan adalah *cooper* yang memiliki ketebalan 0,035 mm, dan untuk substrat bahan yang digunakan adalah *Epoxy Fr-4* yang memiliki ketebalan 1,6 mm dan  $\epsilon_r = 4,4$ . Teknik catuan menggunakan teknik catuan *microstrip line* dan akan dibandingkan dengan teknik catuan EMC. Hasil yang didapatkan pada tugas akhir ini adalah antena mikrostrip *array* 4 elemen dengan teknik catuan *feed line* memiliki hasil yang lebih baik jika diaplikasikan pada WiFi. Antena dengan teknik catuan *feed line* ini memiliki *bandwidth* sebesar 75 MHz – 184,4 MHz sesuai dengan standar IEEE 802.11n dan memiliki *gain* sebesar 4,321 dB sehingga tercapai tujuan untuk meningkatkan nilai *bandwidth* dan *gain* yang besar. Sedangkan pada catuan EMC, walaupun pada teknik catuan EMC memiliki *gain* yang sangat besar yaitu sebesar 11,54 dB namun *bandwidth* yang didapatkan sangat sempit yaitu sebesar 14,9 MHz – 27,5 MHz.

**Kata kunci :** Antena Mikrostrip, Dual Band, Antena *Array*, WiFi, EMC, *Microstrip line*

## Abstract

Wireless communication system or commonly called fast wireless development with the support of the large number of requests for large bandwidth and high data transfer. At present, wireless standardization has reached the fifth generation, namely 802.11ac where the bandwidth obtained reaches 160 MHz and works at a frequency of 5 GHz. This study aims to compare the microstrip array antenna at the frequency of 2.5 GHz and 5.2 GHz with a microstrip line and Electromagnetically Coupled (EMC) technique. This design uses a microstrip antenna that will be arrayed (arranged) with patch rectangular with patch material and the groundplane is cooper which has a thickness of 0.035 mm, and for the substrate the material used is Epoxy Fr-4 which has a thickness of 1.6 mm and  $\epsilon_r = 4,4$  and to obtain dual band frequencies using the reactive loaded patch antenna technique or adding load. The load referred to here is a slot. The purpose of adding slots is to produce two resonant frequencies.

**Keywords:** *Microstrip array antenna*, *rectangular*, *feedline*, EMC.

## 1. Pendahuluan

Teknologi komunikasi *wireless* pada saat ini tentunya semakin berkembang sangat pesat. Terutama pada permintaan akan *bandwidth* yang besar dan data rate yang tinggi. Standarisasi WiFi saat ini telah sampai di generasi kelima yaitu 802.11ac yang dapat bekerja pada frekuensi 5 GHz dan memungkinkan menghasilkan *bandwidth* yang lebih besar dari yang standar sebelumnya [1].

.Untuk mencapai standarisasi WiFi tersebut, maka perlu meningkatkan kualitas pada sisi antena. Antena yang digunakan pada tugas akhir ini adalah antena mikrostrip *patch rectangular* yang disusun dengan metode *array*. Antena mikrostrip memiliki beberapa kekurangan yaitu diantaranya *gain* yang kecil. Untuk mengatasi

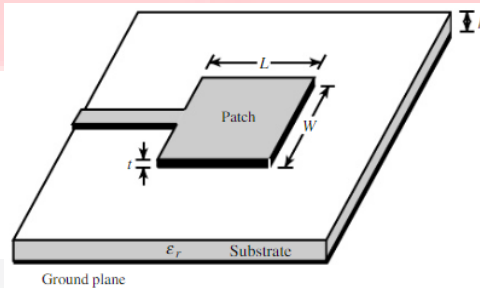
kekurangan tersebut, dengan menggunakan antenna *array* dimana antenna *array* memiliki tujuan untuk meningkatkan *gain* suatu antenna.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan penelitian menggunakan antenna MIMO 4x4 untuk teknologi WiFi dengan frekuensi 5,2 GHz [2]. Tugas akhir tersebut menghasilkan nilai *bandwidth* 60 MHz sampai 90 MHz. Selain itu ada penelitian MIMO 2x2 untuk teknologi WiFi dengan catuan *Electromagnetically Coupled* (EMC) dengan frekuensi 5,2 GHz yang menghasilkan nilai *bandwidth* sebesar 141 MHz [3]. Pada tugas akhir ini akan dirancang antenna Mikrostrip *Array patch rectangular* untuk Dual-Band dengan frekuensi 2,4 GHz dan 5,2 GHz dan membandingkan hasil dengan teknik catuan mikrostrip line dan EMC. Diharapkan dengan adanya antenna *array* ini dapat menghasilkan nilai *bandwidth* diatas 160 MHz yang sesuai dengan standarisasi WiFi 802.11ac.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Antena Mikrostrip *Rectangular*

Antena mikrostrip terdiri dari 3 elemen, yaitu elemen peradiasi (*patch*), elemen substrat dan elemen pentahanan (*groundplane*). *Groundplane* berfungsi sebagai pemantul gelombang elektromagnetik. *Patch* berfungsi sebagai pemancar gelombang elektromagnetik. Elemen peradiasi atau *patch* dapat dieksitasi oleh saluran mikrostrip maupun kopling elektromagnetik [4]. Dan *substrat* berfungsi sebagai media perantara gelombang elektromagnetik dari catuan ke *patch*. struktur antenna mikrostrip ditunjukkan pada Gambar 2.1 [5].



Gambar 2.1 Struktur antenna mikrostrip

*Patch rectangular* merupakan salah satu bentuk *patch* yang paling populer dalam penggunaan antenna mikrostrip karena perhitungan dimensinya relatif mudah dan bentuknya sederhana terdiri dari *patch*, *stripline* dan *groundplane*. Antena mikrostrip *patch rectangular* mampu menghasilkan polarisasi linear bila dicatu menggunakan teknik catuan *microstrip feed line*, hal ini telah di buktikan pada penelitian sebelumnya [6]. Untuk mengetahui nilai konstanta dielektrik efektif ( $\epsilon_{reff}$ ), lebar *patch* ( $W$ ), dan panjang *patch* ( $L$ ) dapat menggunakan rumus seperti berikut [5]:

- a. Konstanta dielektrik

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

- b. Lebar konduktor

$$Wp = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2)$$

- c. Panjang konduktor

$$Lp = \frac{c}{2fr \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (3)$$

- d. Parameter pertambahan panjang  $L$  akibat *fringing effect*

$$\Delta L = 0.421h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left( \frac{Wp}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left( \frac{Wp}{h} + 0.8 \right)} \quad (4)$$

- e. Panjang dan Lebar *Ground plane*

$$W_g = 6h + W_{patch} \quad (5)$$

$$L_g = 6h + L_{patch} \quad (6)$$

- f. Impedansi antenna

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left[ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right] \quad (7)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

- g. Panjang *feed line* ( $L_f$ )

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (9)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (10)$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (11)$$

dimana,  $C$  merupakan kecepatan cahaya (m/s),  $f_r$  merupakan frekuensi kerja sebuah antenna (Hz),  $h$  merupakan ketebalan substrat (mm),  $Z_0$  merupakan impedansi antenna (Ohm),  $\Delta L$  merupakan pertambahan panjang *patch* (mm),  $\epsilon_r$  adalah nilai permitivitas relatif substrat,  $\lambda_0$  merupakan panjang gelombang (mm),  $\lambda_g$  merupakan panjang gelombang efektif (mm), dan  $L_f$  adalah panjang *feed line* (mm).

## 2.2 Antena Susun (Array)

Antena *array* adalah susunan dari beberapa antenna yang identik dengan susunan yang teratur. Sinyal dari beberapa antenna tersebut digabungkan untuk dapat meningkatkan performansi sebuah antenna yang bertujuan untuk meningkatkan nilai *gain* pada antenna, meningkatkan nilai keterarahan (*direktivitas*) antenna, dan penentu arah kedatangan sinyal. Untuk merancang sebuah antenna *array*, persamaan rumus yang bisa digunakan adalah [7]:

- a. Menghitung *array factor*

$$AF = 2 \cos[1/2(kd \cos\theta + \beta)] \quad (12)$$

- b. Jarak antar elemen *patch*

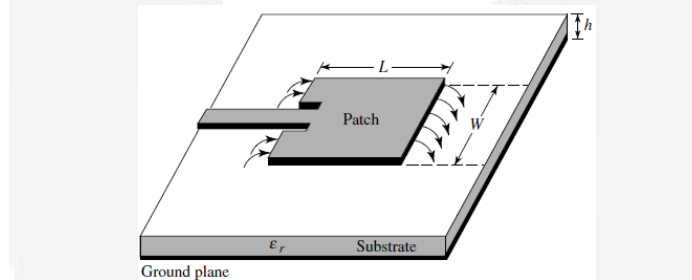
$$d = \lambda/2 \quad (13)$$

- c. Perbedaan fasa eksitasi antara elemen antenna *array*

$$\Delta l = \frac{\theta \lambda}{360} \quad (14)$$

## 2.3 Teknik Pencatuan Microstrip Line

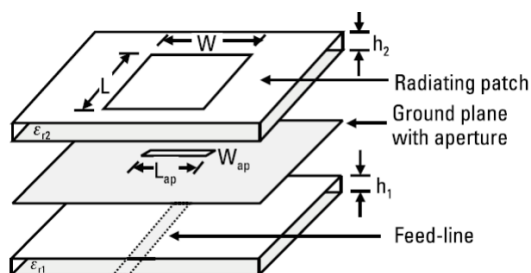
Pada antenna mikrostrip terdapat 3 teknik catuan, yaitu *microstrip line*, *coaxial probe* dan *proximity coupled*. Teknik catuan pada antenna mikrostrip merupakan suatu teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antenna mikrostrip. Kelemahan dari teknik pencatuan *microstrip line* ini adalah dengan bertambahnya ketebalan substrat, maka gelombang permukaan dan penyebaran radiasi saluran juga akan meningkat, sehingga dapat mengakibatkan penyempitan pada *bandwidth*. Susunan *microstrip line* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Teknik Pencatuan Microstrip Line [5]

## 2.4 Teknik Pencatuan EMC (Electromagnetically Coupled)

Teknik pencatuan dengan menggunakan kopling elektromagnetik merupakan teknik pencatuan yang berbeda dan yang paling menguntungkan dibanding teknik pencatuan lainnya, karena pada teknik ini kemunculan radiasi yang mengganggu sangat kecil dan akan menghasilkan *bandwidth* yang lebih lebar. Untuk konfigurasi, teknik pencatuan EMC ini menggunakan dua lapisan substrat. Pada bagian atas atau lapisan atas, terdapat elemen peradiasi antenna dan saluran pencatu terletak diantara dua substrat dielektrik. Geometri antenna mikrostrip menggunakan saluran mikrostrip yang dikopel secara *proximity* [8]. Pada Gambar 2.3 menunjukkan teknik pencatuan EMC.



Gambar 2.3 Electromagnetically Coupled [5]

## 3. Pembahasan

### 3.1 Pendahuluan

Desain dari antenna pada tugas akhir ini adalah antenna mikrostrip *array patch rectangular* yang bekerja pada frekuensi komunikasi WiFi dual band yaitu 2,4 dan 5,2 GHz dan akan membandingkan antara teknik catuan *microstrip line* dan EMC (*Electromagnetically Coupled*).

### 3.2 Spesifikasi Antena

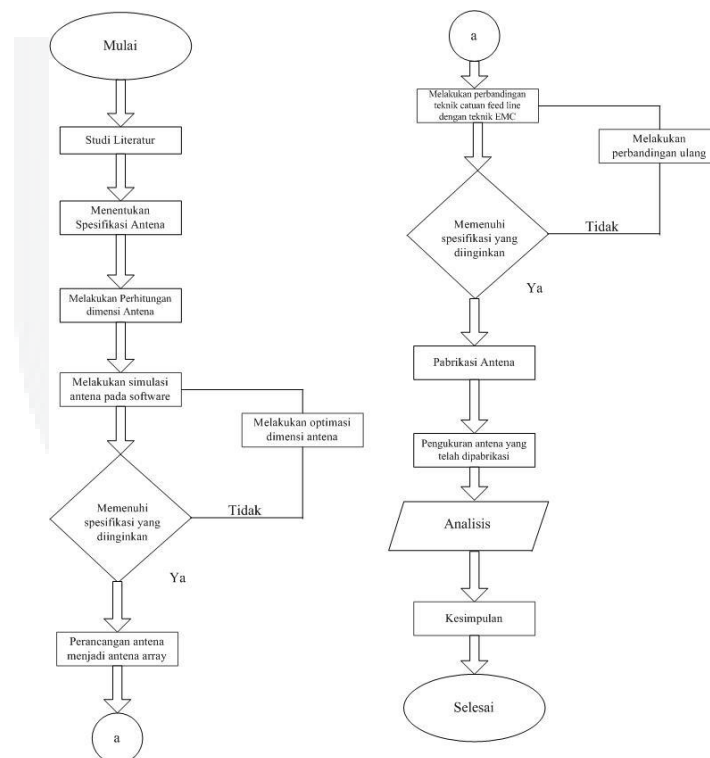
Sebelum melakukan perancangan antenna, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan spesifikasi antenna yang diinginkan. Pada tugas akhir ini jenis antenna yang dirancang adalah antenna mikrostrip *array* dengan bentuk *patch rectangular* yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3. 1** Spesifikasi Antena

Frekuensi Kerja	2,4 dan 5 GHz
<i>Bandwidth</i>	$\geq 50$ MHz
Polaradiasi	<i>Directional</i>
Polarisasi	Linear
<i>Gain</i>	$\geq 3$ s/d 4 dBi
VSWR	$\leq 1.8$

### 3.3 Diagram Alir Perancangan

Pembuatan tugas akhir ini dilakukan dengan membuat perancangan sesuai dengan diagram alir pada Gambar 3.1. Perancangan dimulai dengan melakukan studi literatur untuk menentukan spesifikasi antenna yang diharapkan dan akan disimulasikan pada *software*. Untuk proses optimasi, optimasi yang dilakukan selain dimensi antenna adalah bagaimana agar mendapatkan frekuensi *dual band* 2,4 GHz dan 5,5 GHz dan untuk meningkatkan nilai *gain* sesuai yang diinginkan.



**Gambar 3.1** Diagram alir perancangan

Setelah didapat frekuensi yang diinginkan, selanjutnya adalah merancang antenna *array* dengan menggunakan teknik catuan *microstrip line* dan EMC dimana nantinya teknik catuan tersebut dianalisis dan dipilih salah satu dari teknik catuan tersebut untuk proses fabrikasi. Tahapan optimasi sebaiknya dilakukan berulang kali sampai didapatkan parameter yang sesuai dengan spesifikasi. Setelah melakukan proses simulasi, melakukan fabrikasi antenna untuk diterapkan pada aplikasi WiFi 802.11ac dengan teknik catuan yang sudah dianalisis sebelumnya. Setelah melakukan fabrikasi antenna, penelitian berlanjut pada proses analisis dan kesimpulan.

### 3.4 Perancangan Dimensi Antena

Perancangan antenna dimulai dari menentukan spesifikasi perancangan, pemilihan bahan antenna, dan perhitungan dimensi *patch* antenna. Perancangan dimensi antenna berdasarkan jurnal yang sudah ditentukan. Spesifikasi antenna dan dimensi antenna disesuaikan dengan antenna yang dirancang berdasarkan jurnal penelitian sebelumnya.

### 3.4.1 Dimensi Antena

Sebelum menghitung dimensi antenna, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung nilai parameter-parameter yang sudah ditentukan dengan dimasukkan kedalam persamaan untuk mendapat nilai dimensi yang diinginkan tersebut. Perhitungan dilakukan dengan persamaan yang sudah dicantumkan di bab 2.

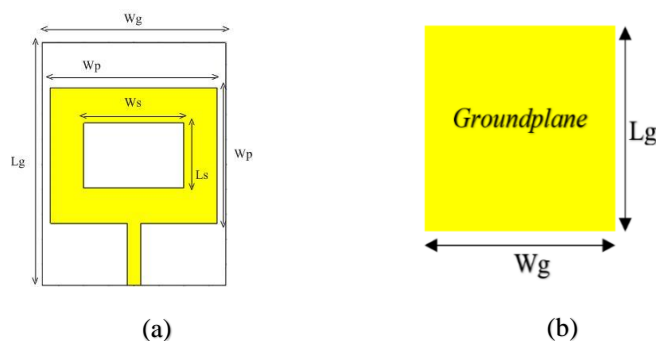
- Lebar Patch ( $W_p$ )**  
Lebar *patch* dihitung dari persamaan (2), maka nilai  $W_p$  untuk frekuensi 2,5 GHz = 36,515 mm dan untuk frekuensi 5,2 GHz = 17,555 mm.
- Panjang *patch* ( $L_p$ )**  
Menghitung  $\epsilon_{reff}$  dengan menggunakan persamaan (1), maka nilai  $\epsilon_{reff}$  untuk frekuensi 2,5 GHz = 4,076 mm dan  $\epsilon_{reff}$  untuk frekuensi 5,2 GHz = 3,875 mm. Menghitung  $\Delta L$  dengan menggunakan persamaan (4), maka nilai  $\Delta L$  untuk frekuensi 2,5 GHz = 0,738 mm dan  $\Delta L$  untuk frekuensi 5,2 GHz = 0,726 mm. Menghitung  $L_p$  dengan menggunakan persamaan (3), maka nilai  $L_p$  untuk frekuensi 2,5 GHz = 28,241 mm dan  $L_p$  untuk frekuensi 5,2 GHz = 13,202 mm.
- Dimensi *Groundplane* ( $W_g$ )**  
Panjang *Ground Plane* dihitung dengan persamaan (6), maka nilai  $L_g$  untuk frekuensi 2,5 GHz = 44,241 mm. Sedangkan untuk menghitung Lebar *Ground Plane* dengan persamaan (5), maka nilai  $W_g$  untuk frekuensi 2,5 GHz = 52,515 mm.
- Dimensi Saluran Transmisi ( $W_f$ )**  
Menghitung nilai B dengan menggunakan persamaan (8), maka nilai B = 5,64. Menghitung nilai  $W_f$  dengan menggunakan persamaan (7), maka nilai  $W_f$  = 3,057 mm. Menghitung panjang gelombang ( $\lambda_0$ ) di ruang hampa dengan persamaan (9), maka nilai  $\lambda_0$  = 120 mm.
- Dimensi lebar *feed line* ( $L_f$ )**  
Nilai *feed line* dihitung dengan menentukan nilai impedansi input sebesar 50  $\Omega$ . Menghitung nilai  $\lambda_g$  dengan menggunakan persamaan (10), maka nilai  $\lambda_g$  = 59,436 mm. Sedangkan untuk menghitung lebar *feed line* ( $L_f$ ) menggunakan persamaan (11), maka nilai  $L_f$  = 8,611 mm.

### 3.5 Simulasi Antena Single Catuan *Feed Line*

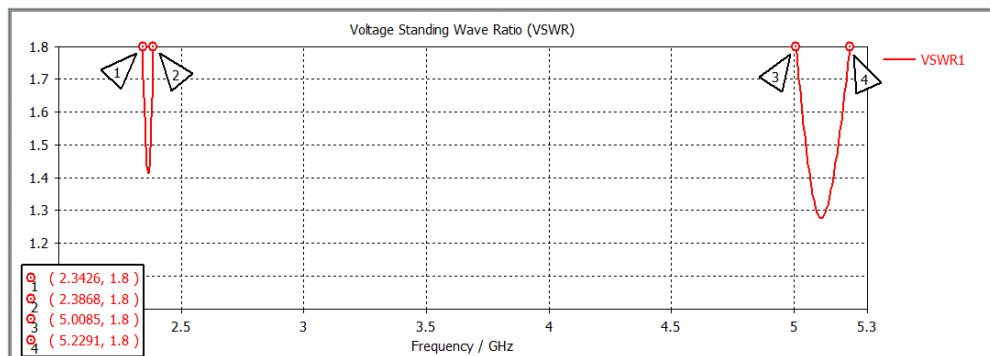
Desain antenna awal yang dirancang yaitu antenna single *patch rectangular* yang terdiri dari 3 bagian yaitu *Groundplane*, substrat, dan *patch*. Parameter-parameter yang telah dihitung sebelumnya dimasukkan ke *software*, pada Tabel 3.2 dan Gambar 3.2 merupakan hasil dimensi antenna yang telah dihitung.

**Tabel 3. 2** Dimensi antenna single catuan *feed line* sesudah optimasi

No	Parameter	Dimensi sesuai perhitungan	Dimensi setelah optimasi
1	$L_g$	44,241	97,1
2	$W_g$	52,515	73,3
3	$L_f$	14,859	25
4	$W_f$	3,058	5,5
5	$L_p$	28,241	54,2
6	$W_p$	36,515	66,6
7	$L_s$	13,202	26
8	$W_s$	17,555	40



**Gambar 3. 2** Desain antenna single catuan feed line setelah optimasi; (a) Tampak depan, (b) Tampak belakang



**Gambar 3. 3** VSWR antenna single catuan feed line setelah optimasi

Pada Gambar 3.3 terlihat antenna telah bekerja di frekuensi *dual band*. Namun, pada frekuensi 2,4 belum mencapai  $VSWR \leq 1.8$ , yaitu masih di 2.2871. Sedangkan pada frekuensi 5 GHz, VSWR telah memenuhi spesifikasi yaitu dengan nilai VSWR 1,8746. Untuk *bandwidth*, seperti yang terlihat pada Gambar 3.5, bahwa antenna memiliki *bandwidth* sebesar 56,4 MHz dan pada frekuensi 5 GHz memiliki *bandwidth* sebesar 271,8 MHz dan telah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Sedangkan pada nilai *gain*, pada antenna single catuan *feedline* ini memiliki *gain* yang kecil, yaitu -0,6370 dB pada frekuensi 2,3646 GHz, sedangkan pada frekuensi 5 GHz memiliki nilai *gain* 3,049 dB.

Setelah didapatkan hasil yang diinginkan, maka selanjutnya adalah merancang antenna *array* mikrostrip 4 elemen berdasarkan antenna single *patch* yang telah dioptimasi selanjutnya. Di harapkan dari merancang antenna *array* ini dapat meningkatkan nilai *gain* yang masih jauh dari spesifikasi yang diinginkan.

### 3.6 Simulasi Antena Array 4 Elemen Catuan Feed line

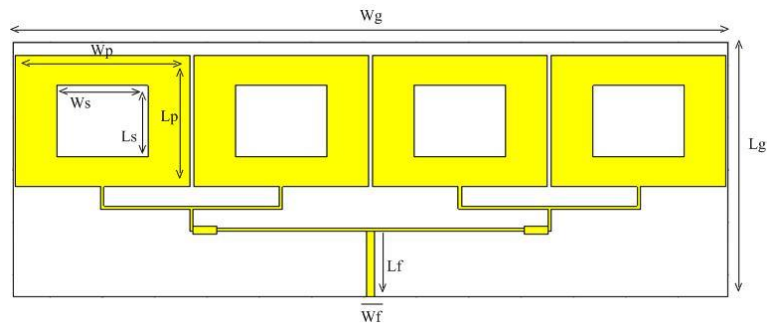
Sebelum melakukan perancangan antenna, dilakukan perhitungan jarak antar *patch* yang dipisahkan sejauh  $\lambda/2$ . Dimensi antenna single yang telah dioptimasi, akan digunakan sebagai acuan untuk perancangan antenna *array* 4 elemen. Pada tugas akhir ini dirancang antenna *array* 4 elemen karena pada antenna *array* 2 elemen pada saat dirancang dan dilakukan optimasi belum didapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Pada penelitian sebelumnya telah di rancang antenna *array* 4 elemen dengan frekuensi 5,2 GHz untuk aplikasi WiFi. Berdasarkan penelitian tersebut, tugas akhir ini mencoba merancang antenna *array* 4 elemen namun dengan frekuensi *dual band* dan terdapat penambahan slot seperti yan telah dijelaskan pada bab 1.

Antena *array* ini akan disusun secara linear. Perancangan antenna *array* ini diharapkan akan memiliki nilai *gain* yang meningkat dibandingkan dengan desain antenna single. Dalam perancangan antenna *array* 4 elemen, akan digunakan 3 buah saluran pencatu yaitu 50  $\Omega$ , 70.7  $\Omega$  dan 100  $\Omega$ . Dalam hal ini, perhitungan saluran pencatu *T-Junction* menggunakan *macros*, yang merupakan salah satu *tools* pada software 3D simulation yang digunakan. *T-Junction* itu sendiri berfungsi sebagai pembagi daya atau *power divider*. Dimensi awal antenna *array* ini berdasarkan dari antenna single catuan *feedline* yang telah dioptimasi, seperti yang terlihat pada Tabel 3.3.

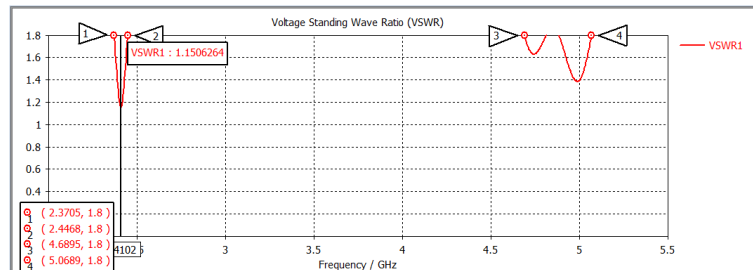
Tabel 3. 3 Dimensi awal antenna array catuan feedline

Parameter	Dimensi sebelum optimasi (mm)	Dimensi setelah optimasi (mm)	Keterangan
Lg	97,1	98.1	Panjang <i>Groundplane</i>
Wg	73,4	68.3	Lebar <i>Groundplane</i>
Lp	54,2	50.2	Panjang <i>Patch</i>
Wp	66,6	66.6	Lebar <i>Patch</i>
Ls	26	27	Panjang Slot
Ws	40	35	Lebar Slot
Wf50	3.08	3.08	Lebar <i>feedline</i> 50 $\Omega$
Lf50	8.55	8.55	Panjang <i>feedline</i> 50 $\Omega$
Wf70	1.64	1.64	Lebar <i>feedline</i> 70 $\Omega$
Lf70	17.64	17.64	Panjang <i>feedline</i> 70 $\Omega$
Wf100	1.2	1.2	Lebar <i>feedline</i> 100 $\Omega$
d	14.3	14.3	Jarak Antar Elemen





Gambar 3. 4 Desain antenna array catuan feedline sesudah optimasi



Gambar 3. 5 VSWR antenna array catuan feed line sesudah optimasi

Pada Gambar 3.5 menunjukkan bahwa antenna telah bekerja pada frekuensi *dual band* 2.4 GHz dan 5 GHz. Pada frekuensi 2.4 GHz antenna memiliki VSWR sebesar 1.2177. Nilai VSWR sudah baik karena berada dibawah  $\leq 2$ . Sedangkan pada frekuensi 5 GHz antenna memiliki VSWR sebesar 1.3953. Dapat disimpulkan bahwa frekuensi dan VSWR telah bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Pada gambar tersebut menunjukkan nilai *bandwidth* yang didapatkan setelah optimasi. Untuk frekuensi 2.4 GHz, nilai *bandwidth* mencapai 76.3 MHz, sedangkan pada frekuensi 5 GHz, nilai *bandwidth* sebesar 379,4 MHz. Dapat disimpulkan bahwa nilai *bandwidth* pada kedua frekuensi telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Pada perancangan antenna *array* catuan *feed line* ini memiliki polarisasi linier karena  $AR = 40$  dB pada kedua frekuensi. Dapat disimpulkan bahwa polarisasi telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Untuk pola radiasi, pada perancangan antenna *array* catuan ini memiliki pola radiasi *directional* atau pola radiasi satu arah. Nilai dari *gain* antenna *array* yang telah dioptimasi pada frekuensi 2.4 GHz didapatkan nilai *gain* sebesar 3.056 dB. Sedangkan pada frekuensi 5 GHz, didapatkan nilai *gain* yang meningkat yaitu 4.321 dB. Dapat disimpulkan bahwa desain antenna *array* 4 elemen catuan *feed line* ini telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan, sehingga dimensi desain antenna ini yang akan direalisasikan.

### 3.7 Simulasi Antena Array 4 Elemen Catuan EMC

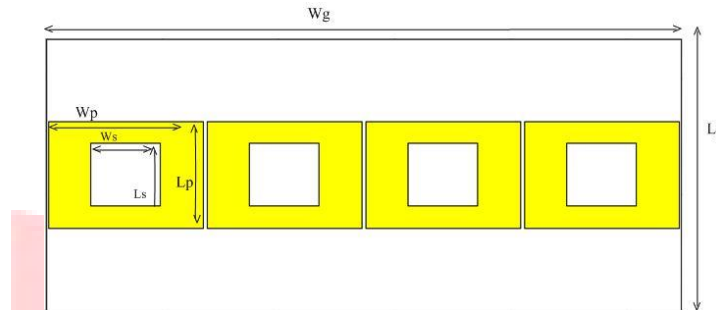
Setelah perancangan antenna *array* 4 elemen dengan catuan *feed line*, selanjutnya adalah merancang antenna *array* 4 elemen dengan catuan EMC, agar hasil dari simulasi kedua catuan tersebut dibandingkan dan dilakukan analisis lebih lanjut pada sub bab selanjutnya.

Perancangan antenna ini sama halnya dengan perancangan antenna *array* catuan *feed line*. Perhitungan dimensi antenna *array* EMC dan perancangan *T-Junction* pun juga sama seperti pada perhitungan antenna *array feedline*. Pada perancangan antenna *array* catuan EMC ini menggunakan hasil dimensi yang telah dioptimasi pada antenna *array* catuan *feed line* agar mendapatkan hasil yang diinginkan dan tidak terlalu banyak melakukan optimasi pada setiap parameternya. Pada Tabel 3.4 merupakan dimensi antenna *array* catuan EMC sesuai perhitungan.

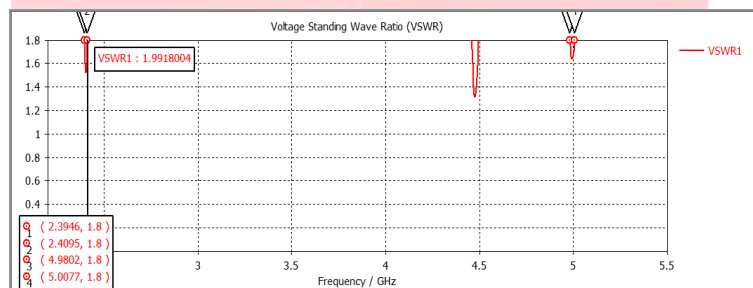
Tabel 3. 4 Dimensi antenna array 4 elemen catuan EMC sesudah optimasi

Parameter	Dimensi sebelum optimasi (mm)	Dimensi setelah optimasi (mm)	Keterangan
Lg	98.1	117	Panjang <i>Groundplane</i>
Wg	68.3	68.3	Lebar <i>Groundplane</i>
Lp	50.2	46,2	Panjang <i>Patch</i>
Wp	66.6	66.6	Lebar <i>Patch</i>
Ls	27	27	Panjang Slot
Ws	35	30	Lebar Slot
Wf50	3.08	3,08	Lebar <i>feedline</i> 50Ω

Lf50	8.55	8,55	Panjang <i>feedline</i> 50Ω
Wf70	1.64	1,64	Lebar <i>feedline</i> 70Ω
Lf70	17.64	17,64	Panjang <i>feedline</i> 70Ω
Wf100	1.2	1,2	Lebar <i>feedline</i> 100Ω
d	14.3	14,3	Jarak Antar Elemen



Gambar 3. 6 Desain antenna array catuan EMC sesudah optimasi



Gambar 3. 7 VSWR antenna array catuan EMC sesudah optimasi

Pada Gambar 3.7 menunjukkan bahwa antenna *array* 4 elemen catuan EMC telah bekerja pada frekuensi dual band 2,4 GHz dan 5 GHz. Pada frekuensi 2,4 GHz memiliki nilai VSWR sebesar 1,561 dan pada frekuensi 5 GHz nilai VSWR mencapai 1,671. Dapat disimpulkan, frekuensi kerja dan VSWR antenna telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Untuk nilai *bandwidth* juga dapat dilihat pada Gambar 3.12. Pada gambar tersebut terlihat range frekuensi yang didapatkan, yaitu 2,4095 – 2,3946 GHz maka didapatkan nilai *bandwidth* sebesar 14,9 MHz. Dan rentang 5,0077 – 4,9802 GHz memiliki *bandwidth* 27,5 MHz. Pada perancangan antenna *array* catuan EMC, cenderung memiliki *bandwidth* yang sangat kecil dibandingkan dengan catuan *feed line*. Pada perancangan antenna *array* 4 elemen catuan EMC ini memiliki polarisasi linear di kedua frekuensi, sama seperti antenna *array* 4 elemen catuan *feed line*. Dikatakan linear, karena memiliki AR = 40 dB. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa polarisasi telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Pola radiasi yang dihasilkan pada perancangan antenna ini adalah pola radiasi *directional* yaitu pola radiasi satu arah. Pola radiasi yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Dan untuk nilai *gain*, pada perancangan ini memiliki *gain* yang tinggi dibandingkan dengan antenna *array* 4 elemen catuan *feed line*. Pada frekuensi 2,4 GHz nilai *gain* sebesar 11,54 dB dan pada frekuensi 5 GHz *gain* yang dicapai sebesar 8,897 dB. Maka dapat ditarik kesimpulan, *gain* telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Tabel 3. 5 Perbandingan teknik catuan feed line dengan catuan EMC

Parameter	Antena <i>array</i> catuan <i>feed line</i>		Antena <i>array</i> catuan EMC	
	2,4086 GHz	5 GHz	2,4025	5 GHz
VSWR	1,151	1,395	1,533	1,671
Bandwidth	76,3 MHz	184,4 MHz	14,9	27,5
Gain	3,056 dB	4,321 dB	11,54	8,897
Pola Radiasi	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>
Polarisasi	Linear	Linear	Linear	Linear

Pada tabel 3.5 memperlihatkan hasil simulasi perancangan antenna *array* 4 elemen dengan dua teknik catuan yang berbeda. Pada catuan *feed line* memiliki kelebihan pada sisi *bandwidth* yang lebar hingga mencapai 184,4 MHz, sedangkan pada catuan EMC hanya memiliki *bandwidth* 14,9 – 27,5 MHz. *Bandwidth* pada catuan



EMC bisa dikatakan sangat sempit, namun catuan EMC memiliki keunggulan pada sisi nilai *gain* yang sangat besar yaitu mencapai 11,54 dB. Hasil pola radiasi pada kedua teknik catuan ini memiliki pola radiasi *directional* yang artinya pola pancar antenna ini mencakup ke satu arah. Dapat ditarik kesimpulan, bahwa kedua teknik catuan ini memiliki kekurangan dan keunggulan masing-masing. Jika perancangan antenna ingin memiliki nilai *gain* yang besar, maka bisa menggunakan teknik catuan EMC, namun harus melakukan optimasi kembali agar mendapatkan nilai *bandwidth* yang lebar. Begitu juga sebaliknya, jika kebutuhan antenna ingin mendapatkan *bandwidth* yang lebar, catuan *feed line* bisa menjadi solusi.

#### 4. Simpulan

Pada tugas akhir ini didapatkan kesimpulan yaitu hasil simulasi antenna *array* 4 elemen dengan catuan *feedline* memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan catuan EMC jika pengaplikasian untuk WiFi, karena pada catuan *feedline* memiliki nilai *bandwidth* yang cukup besar yaitu sebesar 184,4 MHz yang telah memenuhi standar IEEE 802.11n. Sedangkan pada catuan EMC memiliki *bandwidth* yang sangat sempit yaitu hanya 27,5 MHz saja. Walaupun dari nilai *gain*, catuan EMC lebih unggul yaitu 11,54 dB, namun dengan nilai *gain* sebesar 4,321 dB catuan *feedline* masih memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

#### Daftar Pustaka

- [1] "Jaringan Komputer," 2012. [Online]. Available: <https://jaringan-komputer.cv-sysneta.com/generasi-terbaru-wi-fi-802-11ac-pada-netgear-r6300-router/>.
- [2] A. B. Adipurnama, Perancangan dan Realisasi Antena MIMO 4x4 Mikrostrip Patch Persegi Panjang 5,2 GHz untuk WIFI 802.11N, Bandung, 2016.
- [3] I. R. Utomo, Perancangan dan Realisasi Antena MIMO 2x2 Mikrostrip Patch Persegi Panjang 5,2 Ghz untuk WIFI 802.11N dengan Catuan EMC (Electromagnetically Coupled), Bandung, 2017.
- [4] I. Fitri, *ANTENA WIDEBAND MIKROSTRIP SLOT ARRAY 8 ELEMEN*, vol. 17, p. 4, 2007.
- [5] C. Balanis, dalam *Antenna Theory Analysis and Design*, Canada, A John Wiley & Sons, 2005, p. 817.
- [6] K. J. Sinaga, "Perancangan dan Realisasi Antena MIMO 4x4 Array Rectangular Patch Dengan U-Slot Untuk Aplikasi 15 GHz," Bandung: Telkom University, 2017.
- [7] D. M. & S. Pozar, dalam *Microstrip antennas: the analysis and design of microstrip antennas and arrays*, John Wiley & Sons, 1995.
- [8] S. Vajha, dalam *Design and Modeling of Proximity Coupled Patch Antenna*, Peoria, 2002.