

## PERBANDINGAN PENCATUAN INSET FEED DAN EMC (ELECTROMAGNETICALLY COUPLED) PADA ANTENA MIMO BERSLOT DUAL BAND

### THE COMPARISON COUPLED METHOD OF INSET FEED AND EMC (ELECTROMAGNETICALLY COUPLED) TO MIMO ANTENNA WITH DUAL BAND SLOT

Faradila<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>faradila@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>sumajudin@telkomuniversity.ac.id,

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

#### Abstrak

Antena *dual frequency* merupakan antenna yang digunakan untuk sistem yang bekerja pada dua kanal frekuensi yang berbeda jauh. Frekuensi yang digunakan sesuai dengan standar IEEE untuk wifi 802.11n. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas dari wifi adalah dari antenna nya. Teknik yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas performansi menggunakan teknik MIMO.

Pada tugas akhir dirancang dan direalisasikan antenna MIMO mikrostrip *patch rectangular dual band* frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz menggunakan slot dengan membandingkan metode teknik pencatuan. Teknik pencatuan yang akan dibandingkan pencatuan *Inset Feed* dan EMC (*Electromagnetically Coupled*).

Hasil yang didapatkan antenna dapat berkerja pada frekuensi *dual band* dengan frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz. Pada pencatuan *inset feed* menghasilkan nilai *mutual coupling* terbesar -29,90 dB pada frekuensi 2,4 GHz dan -29,01 dB pada frekuensi 5 GHz. Dibandingkan dengan teknik pencatuan EMC menghasilkan nilai *mutual coupling* terbesar -10,38 dB pada frekuensi 2,4 GHz dan -12,68 dB pada frekuensi 5 GHz. Batas maksimum nilai *mutual coupling* yang diinginkan adalah -20 dB. Hasil kedua pencatu tersebut yang sesuai dengan spesifikasi nilai *mutual coupling* adalah teknik pencatuan *inset feed*. Pada teknik pencatu *inset feed* memiliki hasil perfomansi yang lebih baik dibandingkan dengan teknik pencatuan EMC.

Kata kunci: Antena MIMO, *Rectangular patch*, *Dual Band*, Wifi, EMC, *Inset Feed*

#### Abstract

Dual frequency antenna is an antenna used for systems that work on two different frequency channels. The frequency used is in accordance with the IEEE standard for wifi 802.11n. One way to improve the quality of wifi is from the antenna. The technique used to increase performance capacity uses the MIMO technique

In the final project, a rectangular 2.4 MHz and 5 GHz frequency band MIMO patch rectangular microstrip patch is designed and realized using slots by comparing the rationing technique. Rationing techniques that will be compared to the rationing of Inset Feed and EMC (Electromagnetically Coupled).

The results obtained for the antenna can work on dual band frequencies with a frequency of 2.4 GHz and 5 GHz. In rationing the inset feed produces the largest mutual coupling value of -29.90 dB at a frequency of 2.4 GHz and -29.01 dB at a frequency of 5 GHz. Compared with EMC rationing technique, the biggest mutual coupling value is -10.38 dB at 2.4 GHz frequency and -12.68 dB at 5 GHz frequency. The maximum limit of desired mutual coupling value is -20 dB. The results of the two feeds that fit the mutual coupling value specifications are the inset feed rationing techniques. The inset feed feeding technique has better performance results than the EMC rationing technique.

#### 1. Pendahuluan

Meningkatnya perkembangan teknologi saat ini pada teknologi *wireless* dapat berpengaruh pada meningkatnya kebutuhan transfer data dan kecepatan data. Meningkatnya pengguna *wireless* maka dibutuhkan peningkatan kualitas. Maka dari itu diperlukan peningkatan kualitas dan performa dari teknologi ini untuk bisa memenuhi kebutuhan *user* yang bertambah. Salah satu cara untuk memenuhi peningkatan *wireless* yaitu pada teknik MIMO. Teknik MIMO merupakan penggunaan lebih dari satu antenna baik di pemancar maupun di

penerima. Untuk teknologi *wireless* standar yang digunakan dari IEEE (Insitute of Electrical and Electronics Enginners) pada standar 802,11n yang mendukung multiple-input-multiple-output (MIMO) menggunakan frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz.

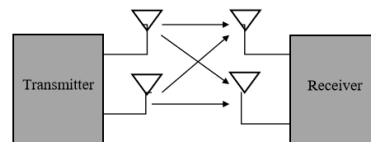
Saluran pencatu untuk antenna mikrostrip dibagi menjadi 2 yaitu pencatuan langsung (*direct coupling*) dan pencatuan tidak langsung (*electromagnetic coupled*). Salah satu teknik pencatuan langsung yaitu *feed line*. Jenis *feed line* salah satunya yaitu pencatuan *inset feed*. Pencatuan *inset feed* digunakan karena mudah dalam mengatur posisi *inset* dan mudah untuk dimodelkan. Salah satu teknik pencatuan tidak langsung yaitu *Electromagnetically coupled* (EMC). Teknik pencatuan EMC memiliki *bandwith* yang besar dan mudah untuk dimodelkan. Namun, proses pembuatan dengan teknik ini lebih sulit karena menggunakan dua buah substrat.

Pada tugas akhir ini dirancang antenna mikrostrip dual band MIMO *patch rectangular* untuk aplikasi Wifi. Antena mikrostrip *dual band* adalah jenis antenna yang dapat bekerja pada dua frekuensi yang berbeda. Teknik yang digunakan agar dapat bekerja pada dua frekuensi menggunakan slot pada patch antenna. Dengan membandingkan teknik pencatuan *Inset feed* dan *Electromagnetic Coupled* (EMC).

## 2. Konsep Dasar

### 2.1. Antena MIMO

MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) adalah sistem yang terdiri dari sejumlah terminal antenna pengirim dan penerima. Dalam sistemnya, MIMO menggunakan dua atau lebih banyak (jamak) pemancar maupun penerimanya. Tujuan menggunakan lebih dari satu antenna adalah untuk menjadikan sinyal pantulan sebagai penguat sinyal utama sehingga tidak saling menggagalkan [1].



**Gambar 2 1** Ilustrasi antenna MIMO

Saat merancang antenna MIMO nilai *mutual coupling* harus diperhatikan agar tidak mengganggu performansi antenna. Cara mengatasi *mutual coupling* yaitu dengan mengatur jarak dan penempatan antenna. Persamaan yang digunakan untuk mencari jarak minimum antar antenna adalah [1]

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

Dimana nilai dapat dinyatakan pada persamaan

$$\lambda_{er} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{er}}} \quad (2.2)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} \quad (2.3)$$

*Mutual coupling* dapat dilihat dari S-Parameter antenna. S-Parameter adalah respon dari jaringan *input port* terhadap tegangan sinyal dari masing-masing *port* pada *multiport*. Penulisan S-parameter, pada nomor pertama menunjukkan *responding port* (*port* yang menanggapi), sedangkan *port* yang kedua adalah *incident port*. Contoh pada S12, maka artinya respon pada *port* 1 akibat sinyal pada *port* 2. Nilai *mutual coupling* sebaliknya untuk sistem MIMO adalah  $\leq -20$  dB.

### 2.2 Antena Patch Rectangular

Salah satu yang paling mudah dan paling banyak digunakan dalam perancangan *patch* antenna mikrostrip adalah bentuk *rectangular patch*. Karena ketebalan substrat jauh lebih tipis daripada panjang gelombang, maka *rectangular patch* dianggap sebagai bidang planar dua dimensi untuk lebih memudahkan dalam analisa.

Adapun perhitungan manual untuk mengukur lebar dan panjang patch didapatkan dari perhitungan metamtis sebagai berikut[2]

- a. Lebar *patch* (W)

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.4)$$

- b. Panjang *patch* (L)

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff}+0.3)\left(\frac{W}{h}+0.264\right)}{(\epsilon_{reff}-0.258)\left(\frac{W}{h}+0.8\right)} \quad (2.5)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1+12\frac{h}{W}}} \right) \quad (2.6)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2fc\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.7)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.8)$$

c. *Groundplane*

$$Lg \geq 6h + L \quad (2.9)$$

$$Wg \geq 6h + W \quad (2.10)$$

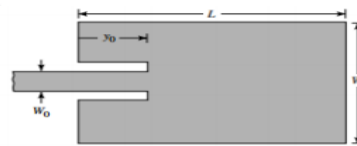
## 2.2. Antena Dual Band

*Dual frequency* atau *dual band* antena mikrostrip adalah suatu jenis antena mikrostrip yang dapat berkerja pada dua buah frekuensi yang berbeda tanpa memerlukan dua buah antena secara fisik. Cara yang digunakan pada tugas akhir ini adalah menambahkan slot pada patch antena. Cara tersebut dipilih karena dinilai paling sederhana dalam membentuk antena *dual band*, mudah untuk dilakukan optimasi serta membutuhkan ukuran material yang kecil [3]. Dalam antena mikrostrip, penambahan slot dapat meningkatkan impedansi *bandwidth* dari satu antena band [3].

## 2.3. Teknik Pencatuan Antena

Teknik pencatuan antena mikrostrip dapat dilakukan teknik pencatuan langsung menggunakan teknik *inset feed*, dan dapat dilakukan dengan teknik pencatuan tidak langsung menggunakan kopuling elektromagnetik, dimana tidak ada kontak metalik langsung antara *feed line* dan *patch*

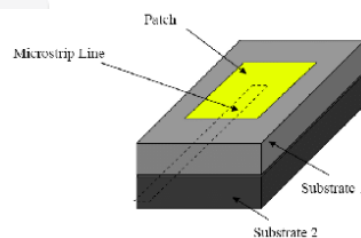
a. Pencatuan *inset feed*



**Gambar 2.1** Pencatuan *inset feed* [4]

Pencatuan tipe ini dapat ditambahkan *inset feed* pada *patch* dan menyatu dengan *line feed*. Tujuan memberikan potongan menjorok (*inset*) ke dalam *patch* adalah untuk menyesuaikan impedansi saluran dengan *patch* tanpa memerlukan elemen penyesuaian tambahan. Hal ini dapat diperoleh melalui pengaturan posisi *inset* yang benar [4].

b. Pencatuan *Electromagnetically Coupled*



**Gambar 2.2** Pencatuan *electromagnetically coupled* (EMC) [5]

Pada teknik ini digunakan dua substrat dielektrik yang berbeda (ketebalan dan konstanta dielektrik substrat), satu untuk elemen peradiasi dan satu substrat yang lain untuk saluran pencatu. substrat bagian atas (*upper substrate*) yaitu substrat dimana antena membutuhkan substrat yang relatif lebih tebal dengan nilai konstanta dielektrik yang relatif kecil. Hal tersebut dapat meningkatkan *bandwidth* dan performa radiasi dari antena. Substrat bagian bawah yaitu substrat dengan pencatu membutuhkan substrat yang tipis dengan konstanta dielektrik yang relatif lebih tinggi dari substrat pada bagian atas [5]

## 2.5 Wifi

Wi-fi (*Wireless Fidelity*) merupakan sebuah perangkat komunikasi data tanpa kabel yang digunakan untuk komunikasi atau mentransfer data dengan kemampuan cepat. Standar 802.11n dapat mendukung teknologi MIMO, karena dapat mengirim dan menerima aliran datanya sendiri dengan fitur MIMO. Standar 802.11n sudah banyak diterapkan pada perangkat Wifi, standar ini mengatur pada perangkat yang bekerja pada frekuensi 2,4 dan 5 GHz dengan lebar *bandwith* 20 MHz – 40 MHz [6].

## 3. Perancangan

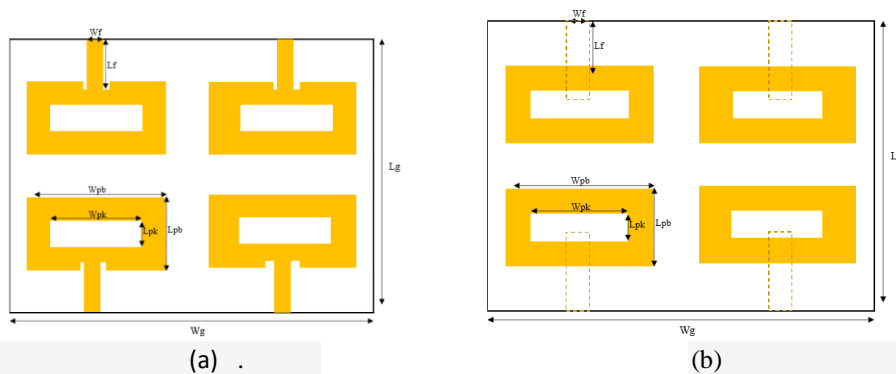
Perancangan antenna dimulai dari menentukan diagram alir perancangan, spesifikasi perancangan, pemilihan bahan antenna, perhitungan dimensi antenna, dan desain dari antenna yang digunakan.

### 3.1. Spesifikasi Antena

Dalam perancangan antenna, langkah awal menentukan spesifikasi teknis antenna. Spesifikasi sebagai berikut.

- Frekuensi : 2,4 GHz dan 5 GHz
- VSWR : < 1,8
- *Bandwidth* :  $\geq 20$  MHz
- Polaradiasi : Unidireksional
- Polarisasi : Linier
- Bahan Substrat : FR4 Epoxy
- *Mutual Coupling* : < -20 dB

### 3.2. Perancangan MIMO 2x2 dual band slot pencatutan inset feed dan EMC



Gambar 3.1 Desain antenna MIMO 2x2 slot dual band pencatutan inset feed dan EMC

## 4. Pengukuran dan Analisis

### 4.1. Pendahuluan

Pengukuran akan dibandingkan dengan hasil simulasi untuk dilakukan analisis parameter. Parameter yang antenna yang diukur diantaranya parameter dalam antenna yaitu VSWR dan *bandwith*. Parameter luar yang diukur diantaranya yaitu polaradiasi, polarisasi, dan gain. Sebelum dilakukan pengukuran, dihitung medan radiasi jauh untuk mendapatkan jarak pengukuran minimum terjauh.

Medan radiasi jauh memiliki persamaan sebagai berikut :

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

Dimana R adalah jarak pengukuran, D adalah ukuran terpanjang dimenasi antenna Rx, dan  $\lambda$  adalah panjang gelombang dari frekuensi yang akan diukur. Frekuensi yang digunakan 2,4 GHz untuk mendapatkan jarak pengukuran minimum terjauh. Dengan dimensi terpanjang antenna (D) 0,29 m. Didapatkan hasil jarak minimum pengukuran antenna R sebesar 1,34 m. Sehingga pengukuran dilakukan dengan jarak antara kedua antenna sejauh 2 m

#### 4.2. Analisis Hasil Pengukuran dan Simulasi

Tabel 4.1 Perbandingan hasil pengukuran dengan simulasi

Parameter	Simulasi		Pengukuran	
	Frek 2,4146 GHz	Frek 5 GHz	Frek 2,48-2,5 GHz	Frek 5,137-5,16 GHz
VSWR	1,116	1,135	1,3	1,4
Bandwith	46,4 MHz	137,9 MHz	37,5 MHz	115 MHz
Polaradiasi	Unidireksional	Bidireksional	Unidireksional	Bidireksional
Polarisasi	Ellips	Ellips	Ellips	Ellips
Gain	0,13 dBi	2 dBi	1,7 dBi	2,08 dBi

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengukuran hampir mirip dengan hasil simulasi. Namun frekuensi tengah bergeser dari frekuensi 2,416 GHz menjadi frekuensi 2,48 – 2,5 GHz dan dari frekuensi 5 GHz menjadi frekuensi 5,137 -5,16 GHz. Hasil dari pengukuran dan simulasi nilai VSWR sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu  $VSWR \leq 1,8$ . Hasil dari pengukuran dan simulasi nilai sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu  $\geq 20$  MHz. Polaradiasi frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz pada simulasi dan pengukuran sudah sama, sama menghasilkan unidireksional dan bidireksional. Polarisasi pada keseluruhan berpolarisasi ellips, namun polarisasi sesuai dengan spesifikasi yaitu linier. Gain pada hasil simulasi dan pengukuran tidak jauh berbeda, namun hasil pengukuran memiliki nilai gain yang lebih tinggi dari pada hasil simulasi.

#### 4.3. Analisis Hasil Simulasi Pada Pencatuan Inset Feed dan EMC

Parameter	Pencatu Inset Feed		Pencatu EMC	
	2,4146 GHz	5 GHz	2,4149 GHz	5,0036 GHz
VSWR	1,116	1,135	1,117	1,013
Bandwith	46,4 MHz	137,9 MHz	19 MHz	44,4 MHz
Polaradiasi	Unidireksional	Bidireksional	Bidireksional	Bidireksional
Polarisasi	Ellips	Ellips	Ellips	Ellips
Gain	0,13 dBi	2 dBi	4,53 dBi	6,59 dBi
Mutual coupling	-28,90 dB	-29,01 dB	-10,38 dB	-12,68 dB

Tabel 4.2 Perbandingan hasil simulasi pencatu inset feed dan EMC

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa dari kedua pencatu tersebut nilai VSWR dan bandwith sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, namun bandwith yang lebih lebar adalah pencatu inset feed bernilai 46,4 MHz pada frekuensi 2,4146 GHz dan 137,9 MHz pada frekuensi 5 GHz. Polaradiasi yang dihasilkan berpolarisasi unidireksional dan bidireksional. Nilai gain pada pencatu inset feed memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai gain pencatu EMC. Nilai mutual coupling pencatuan inset feed sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu  $< -20$  Db. Namun, pada pencatu EMC ada beberapa mutual coupling yang nilainya masih  $> -20$  Db. Maka dapat disimpulkan dari kedua catuan diatas pencatu inset feed yang memiliki nilai yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan pada tugas akhir ini.

Tabel 4.1 Perbandingan bandwith sebelum dan sesudah penambahan slot

Pencatu	Tanpa penambahan slot	Dengan penambahan slot	
	Bandwith frekuensi 2,4 GHz (MHz)	Bandwith frekuensi 2,4 GHz (MHz)	Bandwith frekuensi 5 GHz (MHz)
Inset Feed	73,8	46,4	137,9
Electromagnetically Coupled (EMC)	80,6	19	44,4

Dari data diatas dapat disimpulkan hasil dari pengujian bahwa patch pada frekuensi 2,4 GHz tanpa penambahan slot memiliki nilai bandwith yang lebar. Pada pencatu inset feed menghasilkan bandwith 73,8 MHz dan pencatu EMC menghasilkan bandwith 80,6 MHz. Saat ditambahkan penambahan slot dengan pada frekuensi 5 GHz, terjadi penurunan bandwith. Pada pencatu inset feed nilai bandwith pada patch frekuensi 2,4 GHz menghasilkan 46,4 MHz dan pada slot 5 GHz menghasilkan 137,9 MHz. Pada pencatu inset feed pada patch frekuensi 2,4 GHz mengalami penurunan bandwith, namun pada slot frekuensi 5 GHz mendapatkan nilai bandwith yang cukup lebar. Pada pencatu EMC nilai bandwith pada patch frekuensi 2,4 GHz menghasilkan 19 MHz dan pada slot frekuensi 5 GHz menghasilkan 44,4 MHz. Pada pencatu EMC pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz mengalami penurunan nilai bandwith. Dari hasil tersebut untuk penggunaan slot lebih baik tidak menggunakan pencatuan EMC, karena berdasarkan pengujian dengan penambahan slot pada patch antenna dengan pencatuan EMC dapat sangat menurunkan nilai bandwith.

## 5. Simpulan

Penambahan frekuensi kerja dapat dilakukan dengan menambahkan slot pada patch. Pada pencatuan inset feed didapatkan pada frekuensi 2,4146 GHz dan 5GHz, dan pada pencatuan EMC pada frekuensi 2,4149 GHz dan 5,0036 GHz. Dari hasil pencatuan inset feed dan EMC, pencatuan inset feed yang memiliki performansi yang lebih baik. Pada parameter mutual coupling, pencatuan inset feed mendapatkan nilai mutual coupling yang sudah sesuai dengan spesifikasi, yaitu  $< -20$  dBi. Nilai terbesar mutual coupling pada inset feed adalah  $-28,90$  dBi pada frekuensi 2,4146 GHz dan  $-29,01$  dBi pada frekuensi 5 GHz. Sedangkan pada pencatuan EMC, nilai tersebar mutual coupling  $-10,38$  dBi pada frekuensi 2,4149 GHz dan  $-12,68$  dBi pada frekuensi 5,0036 GHz. Nilai tersebut tidak memenuhi spesifikasi nilai mutual coupling, sehingga pencatuan EMC performansi nya kurang baik. Pada parameter bandwith, pencatuan inset feed memiliki bandwith yang lebih lebar dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu  $\geq 20$  MHz. Pada pencatuan inset feed memiliki nilai bandwith 46,4 MHz pada frekuensi 2,4146 GHz dan 137,9 MHz pada frekuensi 5 GHz. Sedangkan pada pencatuan EMC nilai bandwith 19 MHz pada frekuensi 2,4149 GHz dan 44,4 MHz pada frekuensi 5,0036 GHz. Nilai tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi nilai bandwith yang diinginkan, sehingga pencatuan EMC performansi nya kurang baik dibandingkan dengan pencatuan inset feed. Dari hasil tersebut untuk penggunaan slot lebih baik tidak menggunakan pencatuan EMC, karena berdasarkan pengujian dengan penambahan slot pada patch antenna dengan pencatuan EMC dapat sangat menurunkan nilai *bandwith*.

Pada pencatuan inset feed dan EMC sudah mendapatkan nilai VSWR yang sesuai dengan spesifikasi yaitu  $\leq 1,8$ . Polarisasi yang didapatkan pada pencatuan inset feed dan EMC adalah Ellips. Polaradiasi yang didapatkan pada pencatuan inset feed dan EMC adalah direksional dan Omnidireksional.

Hasil dari validasi pengukuran dengan simulasi bahwa hasil pengukuran hampir sama dengan simulasi. Namun terjadi pergeseran frekuensi tengah, nilai bandwith pada pengukuran lebih kecil daripada simulasi, dan nilai gain pada pengukuran lebih besar daripada nilai gain pada simulasi.

## Daftar Pustaka:

- [1] G. C. Daily and P. A. Matson, *From MIMO theory to implementation*, vol. 105, no. 28. 2008
- [2] C. Balanis, *Antenna theory analysis and design*, ANTENNA TH., vol. 25, no. 2. Canada: John Wiley and son, 2005.
- [3] J. Ghalibafan, A. R. Attari, and F. Hojat Kashani, "a New Dual-Band Microstrip Antenna With U-Shaped Slot," *Prog. Electromagn. Res. C*, vol. 12, pp. 215–223, 2010.
- [4] M. Ramesh and K. Yip, "Design formula for inset fed microstrip patch antenna," *J. Microwaves Optoelectron.*, vol. 3, no. 3, pp. 5–10, 2003.
- [5] I. Utomo, D. Arseno, and Y. Wahyu, "PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIMO 2X2 MIKROSTRIP PATCH PERSEGI PANJANG 5,2 GHZ UNTUK WIFI 802.11N DENGAN CATUAN EMC," vol. 5, no. 1, pp. 705–712, 2018.
- [6] B. Ieee, N. Releases, M. Babiker, I. Babiker, A. Babiker, and A. N. Mustafa, "Voice Over Wifi Performance Evaluation and Comparisons of," vol. 18, no. 2, pp. 81–84, 2016.