



## Analisis Pengaruh *T-Shaped Slot* Terhadap Kualitas Parameter Antena Mikrostrip menggunakan *Computer Simulation Technology (CST)* dan *Advanced Design System (ADS)* untuk Aplikasi Wi-Fi

Eka Setia Nugraha<sup>1</sup>, Widyana Paramitha<sup>2</sup>, Norma Amalia<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom (ST3 Telkom) Purwokerto

<sup>1,2,3</sup>Jalan D.I Panjaitan No. 128 Purwokerto Jawa Tengah

Email korespondensi : [eka\\_nugraha@st3telkom.ac.id](mailto:eka_nugraha@st3telkom.ac.id)

Dikirim 13 Mei 2017, Direvisi 31 Mei 2017, Diterima 20 Juli 2017

Abstrak – Antena mikrostrip banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya yakni memiliki dimensi yang kecil dan bobot yang ringan, namun antena ini juga memiliki kekurangan yakni *bandwidth* yang terbatas serta *gain* yang rendah. Oleh sebab itu, antena ini dirancang dengan tujuan untuk memperoleh *bandwidth* yang lebar. Pada penelitian ini, dirancang dan disimulasikan antena mikrostrip *patch rectangular T-shaped slot* untuk mendukung komunikasi Wi-fi dengan menggunakan teknik pencatutan *stripline*. Antena yang dirancang dengan tujuan untuk memperoleh *bandwidth* yang lebar, diharapkan mampu menghasilkan karakteristik antena yang bekerja pada frekuensi tengah 2450 MHz untuk nilai VSWR kurang dari 2 dengan jenis substrat yang digunakan adalah Epoxy FR4 dengan nilai permitivitas relatif = 4,4, ketebalan 1,6 mm, konstanta dielektrik 2,2 dan impedansi saluran mikrostrip 50  $\Omega$  yang beroperasi pada frekuensi kerja 2,447 GHz. Dari hasil perancangan dengan simulator CST *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 103 MHz, untuk nilai VSWR diperoleh nilai sebesar 1,367, *gain* sebesar 5,337 dB, dan direktivitas sebesar 6,238 dBi. Dan hasil perancangan dengan simulator ADS, nilai VSWR yang diperoleh sebesar 2,083, *gain* sebesar 0,505 dB, dan direktivitas sebesar 6,063 dBi.

Kata Kunci - Antena Mikrostrip, *T-Shaped Antenna*, *Stripline*, Wi-Fi

Abstract - Microstrip antenna is widely used because it has several advantages such as small dimension and light weight. However, this antenna also has weaknesses, which are limited bandwidth and low gain. Therefore, this antenna is designed for the purpose of obtaining a wide bandwidth. This research is to design and simulate a microstrip patch antenna rectangular T- shaped slot to support wi-fi communication and using stripline as a transmission line. An antenna designed for the purpose of obtaining a wide bandwidth, is expected to produce the characteristics of antennas working at a resonant frequency of 2447 MHz for VSWR less than 2 with the type of substrate used is FR4 Epoxy with a relative permittivity value is 4.4, dielectric constant is 2.2, and the thickness is 1.6, also impedance of transmission line is 50  $\Omega$  that operate in frequency resonant 2,447 GHz. According to design and simulation this antenna, value of bandwidth impedance is about 103 MHz for VSWR 1.367, gain about 5.337 dB, and directivity about 6.238 dBi. And the result of simulation on ADS simulator, the value of VSWR is 2.083, with gain about 0.505 dB, and directivity about 6.063 dBi.

Keywords - Microstrip Antenna, T-shaped Antenna, Microstrip Line, Wi-Fi

### I. PENDAHULUAN

*Wireless Fidelity* (Wi-Fi) merupakan teknologi masa depan, Dalam suatu sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang mampu mengakomodasi berbagai perangkat ke jaringan komputer yang

bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz. Saat ini beberapa perangkat yang menggunakan Wi-Fi adalah *Personal Computer (PC)*, *video-game consoles*, *smart phones*, kamera digital, dan komputer tablet [1], gelombang elektromagnetik merambat dari pemancar

ke penerima melalui ruang bebas. Pada sistem tersebut digunakan antena. Dengan kata lain, antena merupakan suatu alat yang digunakan untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena merupakan elemen paling penting dalam mendukung suatu sistem komunikasi. Salah satu antena yang banyak digunakan saat ini adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya yakni memiliki dimensi yang kecil dan bobot yang ringan. Namun, antena ini juga memiliki kekurangan yakni *bandwidth* yang terbatas serta *gain* yang rendah.

Antena ini dimodifikasi dengan membuat *slot* berbentuk “T” pada *patch rectangular*. Pada *patch* yang berbentuk *rectangular*, dimensi panjang dan lebar *patch* tersebut akan berpengaruh terhadap frekuensi kerja antena [2]. Sedangkan, pada konfigurasi T-Shaped akan mempengaruhi impedansi antena, dan VSWR, kemudian berpengaruh pada *bandwidth* antena [7][8][10]. Hal ini seperti penelitian sebelumnya [3][9][12][13] yang menggunakan beberapa bentuk *patch* untuk memperbesar *bandwidth* antena. Dan berbagai variasi antena mikrostrip yang ada dalam penelitian [4].

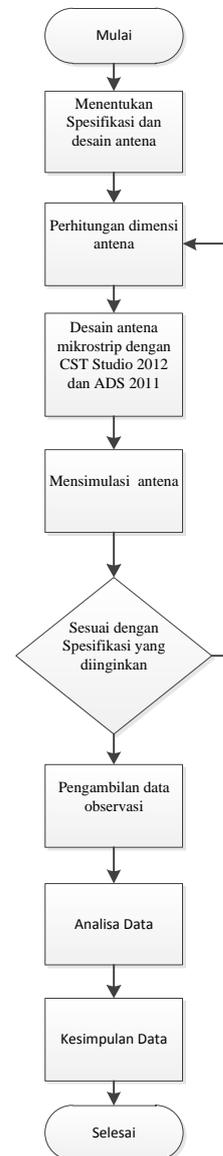
Pada penelitian ini dianalisis sejauh mana modifikasi pada *patch* dan T-Shaped akan mempengaruhi frekuensi kerja serta *bandwidth* antena, serta membandingkan kualitas yang lebih baik terhadap kedua modifikasi diatas. Antena ini dirancang untuk dapat beroperasi pada teknologi WiFi. WiFi merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) yang banyak dipergunakan untuk koneksi internet berkecepatan tinggi [6]. Perancangan dan simulasi antena ini akan menggunakan *software Computer Simulation Technology (CST)* yang merupakan *software* simulasi sampai ke bagian terkecil antena berupa sel bahan dan mengoptimasikannya [14]. Dan *Advanced Design System (ADS)* merupakan *software* simulasi yang dapat digunakan untuk membuat *layout* desain antena kemudian disimulasikan dalam kawasan frekuensi dan waktu [15]. Setelah berhasil disimulasikan, selanjutnya membandingkan kedua konfigurasi antena dengan dua *software* yang digunakan.

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, dirancang sebuah antena mikrostrip T-shaped slot yang digunakan untuk mendukung komunikasi WiFi. Spesifikasi antena yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut.

- Frekuensi = 2400-2500 MHz
- $\epsilon_r$  bahan FR4 (epoxy) = 4,4
- Tebal patch = 0,035 mm
- Tebal substrat = 1,6 mm

Perancangan antena dalam penelitian ini terbagi atas beberapa tahapan pokok yaitu tahap penentuan spesifikasi antena, tahap perhitungan dimensi antena, tahap perancangan antena, tahap simulasi, dan tahap analisa hasil data. Tahapan perancangan dapat digambarkan dalam *flow chart* berikut.



Gambar 1. Flow Chart Perancangan Antena

### A. Perhitungan Dimensi Antena

Setelah menentukan spesifikasi antena, tahapan selanjutnya yakni menghitung dimensi antena yang akan dirancang. Persamaan-persamaan yang digunakan untuk perhitungan dimensi antena [4] [5][11].

- Menghitung Lebar *patch* (W):

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

- Menghitung konstanta dielektrik efektif :

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

3) Menghitung panjang patch (L):

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

4) Menghitung Panjang Efektif Patch :

$$\Delta L = 0,412 h \left[ \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \right] \quad (4)$$

5) Menghitung Panjang Patch (L):

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

6) Menghitung dimensi saluran pencatu dengan impedansi 50Ω:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (6)$$

$$Wst = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2x\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (7)$$

Untuk menghitung konstanta dielektrik efektif pada saluran pencatu :

Jika  $W/h > 1$  :

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \left(\frac{1,6}{3,06111}\right)}} \right] \quad (8)$$

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

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

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

Untuk Pergeseran frekuensi

$$L_0 = \left(\frac{f_{rek.X}}{f_{rek.center}}\right) \times L_0 \quad (12)$$

Dimana :  
 Frek. X = frekuensi yang dihasilkan  
 Frek.center = frekuensi center  
 L<sub>0</sub> = panjang patch antena

### III. HASIL PENELITIAN

#### A. Hasil Simulasi Antena Single Patch menggunakan Dimensi perhitungan.

Dalam simulasi sesuai perhitungan hasil parameter pengukuran belum sesuai spesifikasi, terutama frekuensi kerja belum sesuai dengan yang ditentukan. Berikut merupakan hasil optimasi dengan pergeseran frekuensi seperti persamaan (12). Maka diperoleh nilai sebagai berikut.

Tabel 1. Dimensi Optimasi Antena Single Patch Pada CST.

Panjang Patch	Lebar Patch	Return loss (dB)	VSW R	Frek. (GHz)
28,85	37,306	-6,334	2,863	2,338
27,22	37,306	-6,941	2,634	2,436
28,32	37,306	-6,946	2,633	2,447

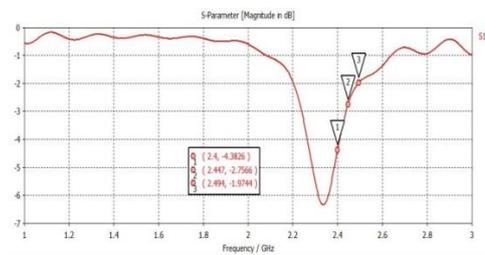
Tabel 2. Dimensi Optimasi Antena Single Patch Pada ADS

Panjang Patch	Lebar Patch	Return loss (dB)	VSW R	Frek. (GHz)
28,85	37,306	-4,975	3,587	2,4

Panjang Patch	Lebar Patch	Return loss (dB)	VSW R	Frek. (GHz)
27,32	37,306	-5,252	3,408	2,544
28,358	37,306	-5,252	3,408	2,447

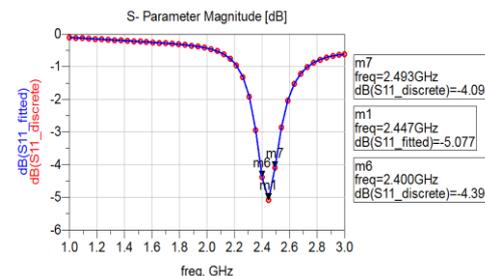
#### a) Nilai Return loss

Pada gambar 2 menunjukkan nilai return loss yang dihasilkan setelah dilakukan pergeseran frekuensi menggunakan CST. Pada frekuensi rendah 2,4 GHz sebesar -5,932 dB, pada frekuensi tengah 2,447 GHz sebesar -6,946 dB dan pada frekuensi tinggi 2,494 GHz memiliki nilai -5,344.



Gambar 2. Nilai Optimasi Return Loss Antena Single Patch CST

Pada Gambar 3 menunjukkan hasil dari pergeseran frekuensi pada return loss menggunakan ADS. Return loss yang dihasilkan frekuensi rendah 2,4 GHz adalah sebesar -5,077 dB. Pada frekuensi tengah 2,447 GHz menghasilkan return loss sebesar -5,077 dB, dan pada frekuensi tinggi 2,494 GHz menghasilkan return loss sebesar -4,390 dB.



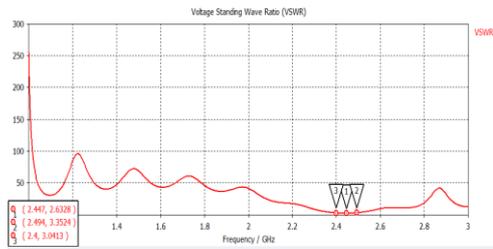
Gambar 3. Nilai Optimasi Return Loss Antena Single Patch ADS

Dari kedua simulasi yang dilakukan terhadap kedua simulator CST dan ADS, dapat diambil kesimpulan bahwa optimasi yang dilakukan pada antena single patch rectangular masih belum dapat memenuhi syarat spesifikasi nilai return loss yakni ≤ 10 dB terhadap frekuensi kerja 2,447 GHz.

#### b) Nilai VSWR

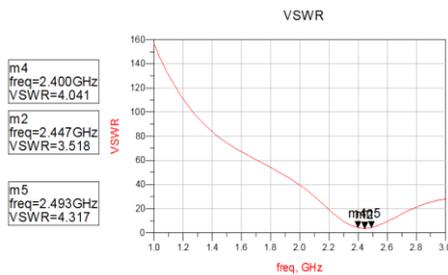
Pada Gambar 4 menunjukkan hasil yang didapat untuk parameter VSWR menggunakan CST. Pada frekuensi rendah 2,4 GHz menghasilkan nilai VSWR sebesar 3,041. Pada frekuensi tengah 2,447 GHz menghasilkan nilai

VSWR sebesar 2,633 dan pada frekuensi tinggi 2,494 GHz menghasilkan frekuensi sebesar 3,352.



Gambar 4. Nilai Optimasi VSWR Antena Single Patch CST

Dan pada Gambar 5 menunjukkan hasil yang didapat untuk parameter VSWR pada antena mikrostrip patch rectangular menggunakan simulator ADS. Nilai VSWR yang diperoleh menggunakan simulator ADS memiliki nilai yang berbeda dengan nilai VSWR yang diperoleh menggunakan simulator CST. Pada frekuensi rendah 2,4 GHz menghasilkan nilai VSWR sebesar 4,041. Pada frekuensi tengah 2,447 GHz menghasilkan nilai VSWR sebesar 3,518 dan pada frekuensi tinggi 2,494 GHz menghasilkan VSWR sebesar 4,317.

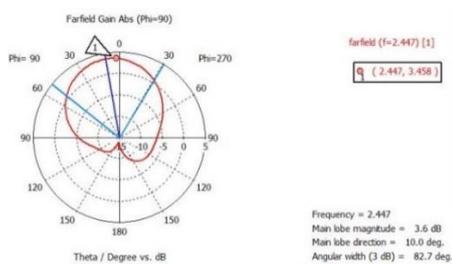


Gambar 5. Nilai Optimasi VSWR Antena Single Patch ADS

Dari kedua simulasi yang dilakukan terhadap kedua simulator CST dan ADS, dapat diambil kesimpulan bahwa optimasi yang dilakukan pada antena single patch rectangular masih belum dapat memenuhi syarat spesifikasi nilai VSWR yakni  $\leq 2$  terhadap frekuensi kerja 2,447 GHz.

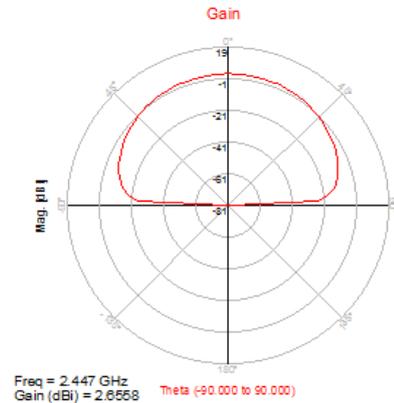
c) Nilai Gain

Nilai gain yang dihasilkan setelah dilakukan pergeseran frekuensi menggunakan CST ditunjukkan pada Gambar 6. Pada frekuensi kerja 2,447 GHz, nilai gain yang didapat adalah sebesar 3,458 dB.



Gambar 6. Nilai Optimasi Gain Antena Single Patch CST

Nilai gain yang dihasilkan setelah dilakukan pergeseran frekuensi menggunakan ADS ditunjukkan pada Gambar 7. Pada frekuensi kerja 2,447 GHz, nilai gain yang didapat adalah sebesar 2,6558 dB.

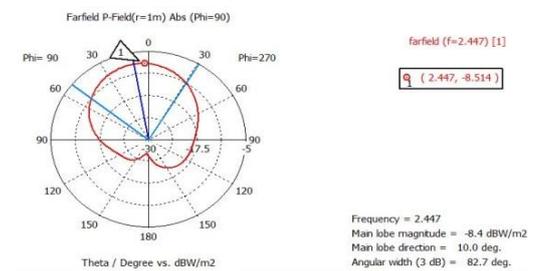


Gambar 7. Nilai Optimasi Gain Antena Single Patch ADS

Dari kedua simulasi yang dilakukan terhadap kedua simulator CST dan ADS, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai gain yang dihasilkan pada simulator CST masih jauh lebih baik dibandingkan dengan nilai gain yang dihasilkan pada simulator ADS.

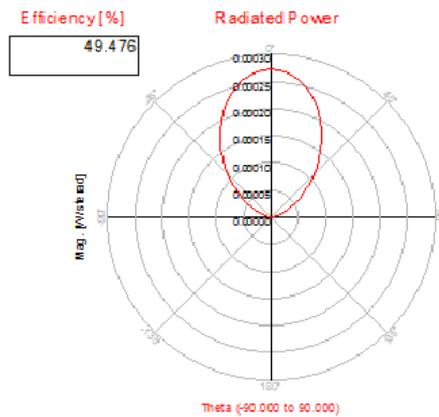
d) Nilai Pola Radiasi

Pada gambar 8 menunjukkan bentuk pancaran sinyal dari antena T-shaped slot yakni unidirectional. Bentuk pancaran sinyal menuju ke satu arah dengan daya pancar antena sebesar -8,514 dBW/m<sup>2</sup>.



Gambar 8. Nilai Optimasi Pola Radiasi Antena Single Patch CST

Pada Gambar 9 menunjukkan bentuk pancaran sinyal dari antena T-shaped slot pada simulator ADS yakni unidirectional. Bentuk pancaran sinyal menuju ke satu arah dengan efisiensi daya pancar sebesar 49,47 %.



Gambar 9 Nilai Optimasi Pola Radiasi Antena Single Patch ADS

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan pada simulator CST dan ADS dapat diambil kesimpulan bahwa optimasi yang dilakukan pada antena single patch rectangular tidak mengubah bentuk pancaran dari antena.

B. Hasil Data Antena Single Patch Dengan T-shaped Slot

Hasil data yang diperoleh dari perancangan antena T-shaped slot dengan menggunakan CST dan ADS ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Data Antena Rectangular dan T-shaped slot

	Rectangular			T-Shaped Slot		
	rL(dB)	Gain (dB)	VSWR	rL(dB)	Gain (dB)	VSWR
CST	-6,946	3,458	2,633	-9,358	1,493	2,006
ADS	-5,072	2,656	3,518	-8,082	0,560	2,302

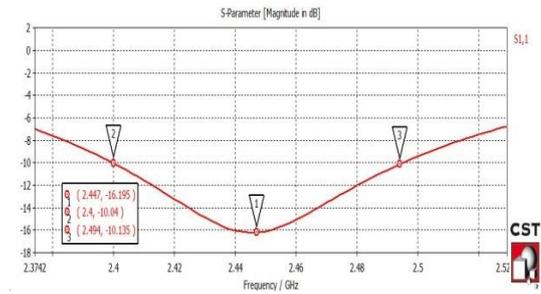
Tabel 4. Hasil Data Optimasi Antena T-shaped slot dengan CST dan ADS

	T-Shaped Slot Hasil Optimasi				
	rL (dB)	Gain (dB)	VSWR	Direktivitas	BW
CST	-16,195	5,28	1,367	6,238	103 Mhz
ADS	-9,088	0,505	2,083	6,063	-

a) Return loss Pada Antena Single Patch Dengan T-shaped Slot

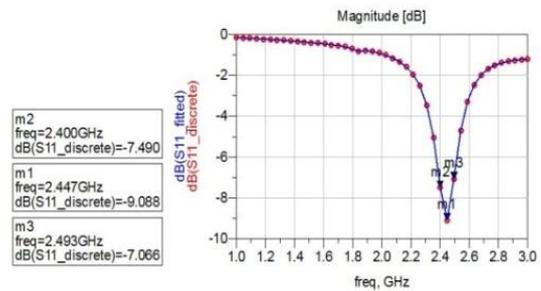
Grafik nilai return loss pada simulator CST dapat dilihat pada Gambar 10. Nilai minimum return loss yang dihasilkan berdasarkan simulasi adalah sebesar -16,195 dB pada frekuensi kerja 2,447 GHz, pada frekuensi 2.4 GHz return loss yang dihasilkan sebesar -10,04 dan nilai return loss yang dihasilkan pada frekuensi tinggi 2,494 GHz adalah sebesar -10,135. Hal ini menunjukkan bahwa nilai return loss yang dihasilkan pada frekuensi yang dirancang sudah memenuhi

spesifikasi umum antena mikrostrip yakni  $\leq -10$  dB.



Gambar 10. Return Loss Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot CST

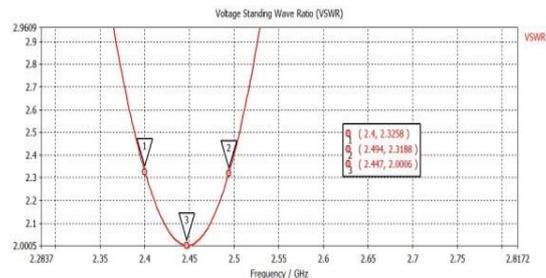
Pada Gambar 11 menunjukkan nilai return loss yang dihasilkan menggunakan simulator ADS. Pada frekuensi kerja 2,447 GHz nilai minimum return loss yang dihasilkan adalah sebesar -9,088 dB, pada frekuensi 2,4 GHz menghasilkan return loss sebesar -7,490 dB dan pada frekuensi tinggi 2,494 GHz menghasilkan return loss sebesar -7,066 dB.



Gambar 11. Return Loss Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot ADS

b) VSWR pada Antena Single Patch dengan T-shaped slot

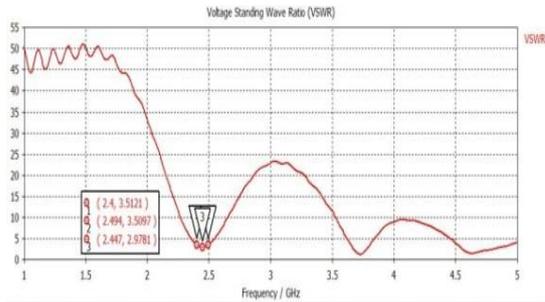
Pada Gambar 12 menunjukkan nilai VSWR yang dihasilkan pada antena mikrostrip T-shaped slot. Nilai VSWR yang dihasilkan pada frekuensi kerja 2,447 GHz adalah sebesar 2,006.



Gambar 12. VSWR Antena T-Shaped Slot

Dan, pada Gambar 13 menunjukkan nilai VSWR yang dihasilkan pada antena single patch rectangular pada frekuensi kerja 2,447 GHz adalah sebesar 2,9781. Nilai VSWR yang dihasilkan

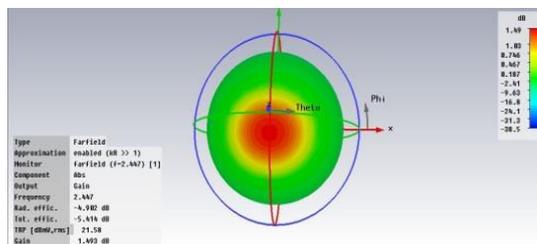
antena mikrostrip T-shaped slot jauh lebih baik dibandingkan dengan nilai VSWR antenna single patch rectangular.



Gambar 13. VSWR Antena Single Patch Rectangular

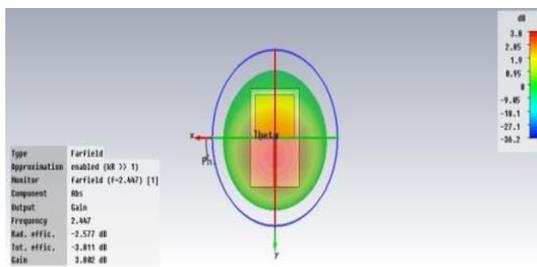
c) Gain pada Antena Single Patch dengan T-shaped slot

Pada Gambar 14 menunjukkan nilai gain yang dihasilkan antenna mikrostrip T-shaped slot pada frekuensi kerja 2,447 GHz adalah sebesar 1,493 dB.



Gambar 14. Gain Antena Mikrostrip T-Shaped Slot

Sedangkan, pada Gambar 15 menunjukkan nilai gain yang dihasilkan antenna single patch rectangular yaitu sebesar 3,802 dB.



Gambar 15 Gain Antena Single Patch Rectangular

#### IV. PEMBAHASAN

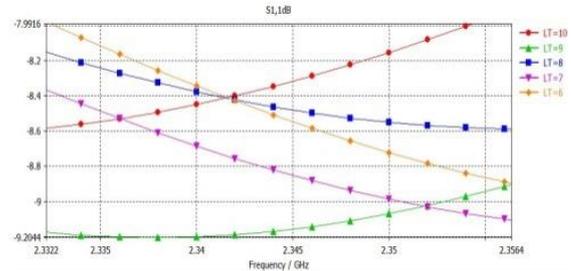
##### A. Pengaruh Dimensi T-Shaped Slot Pada CST

Pada Gambar 16, dapat dilihat bahwa nilai return loss yang paling baik adalah ketika dimensi LT pada T-shaped slot bernilai 9 mm dengan nilai return loss sebesar -9,2044 dB.

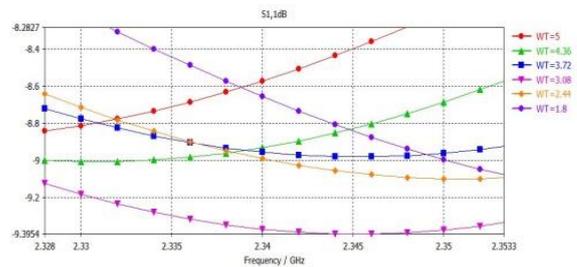
Pada Gambar 17 menunjukkan grafik perubahan dimensi WT pada T-shaped slot terhadap parameter return loss. Dimensi terbaik yang didapat adalah 3,08

dan 1,8 mm dengan nilai return loss sebesar -9,395 dB.

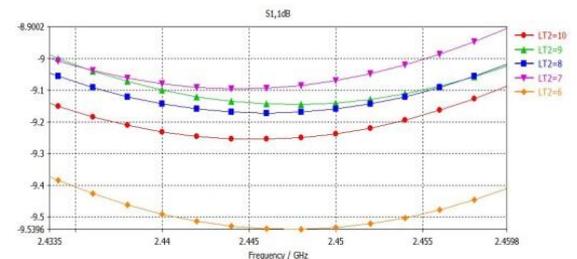
Pada Gambar 18 menunjukkan grafik perubahan dimensi LT2 pada T-shaped slot terhadap parameter return loss. Dari hasil grafik yang ditunjukkan dapat dilihat bahwa nilai return loss terbaik yang dihasilkan adalah sebesar -9,5396 dB dengan dimensi LT2 sebesar 6 mm.



Gambar 16. Perubahan Dimensi LT Terhadap Return Loss



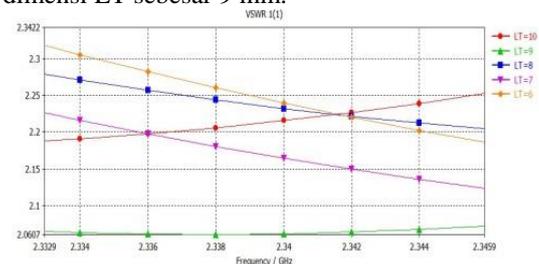
Gambar 17. Perubahan Dimensi WT Terhadap Return Loss



Gambar 18. Perubahan Dimensi LT2 Terhadap Return Loss

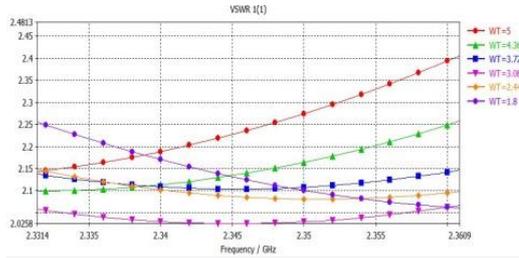
a) Pengaruh Dimensi T-shaped slot terhadap VSWR

Perubahan dimensi T-shaped slot mempengaruhi parameter VSWR pada antenna. Hal ini ditunjukkan pada grafik Gambar 19. Nilai VSWR yang paling yaitu sebesar 2,061 dengan dimensi LT sebesar 9 mm.



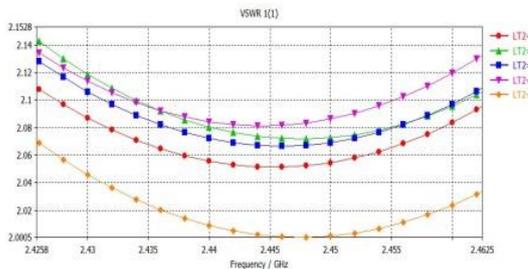
Gambar 19. Perubahan Dimensi LT Terhadap VSWR

Pada Gambar 20 menunjukkan perubahan dimensi WT antena *T-shaped slot* terhadap parameter VSWR. Nilai VSWR yang balik yakni sebesar 2,0258 dengan dimensi WT sebesar 3,08 mm.



Gambar 20. Perubahan Dimensi WT Terhadap VSWR

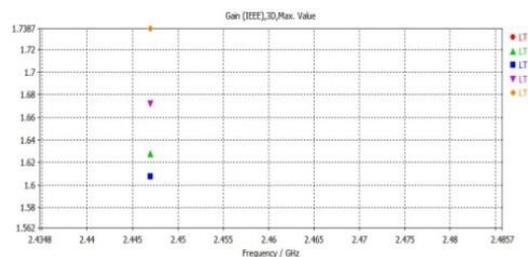
Kemudian, perubahan dimensi LT2 terhadap VSWR ditunjukkan pada Gambar 21. Dari hasil grafik, dapat dilihat nilai VSWR terbaik adalah 2,005 dengan dimensi LT sebesar 6 mm.



Gambar 21. Perubahan Dimensi LT2 Terhadap VSWR

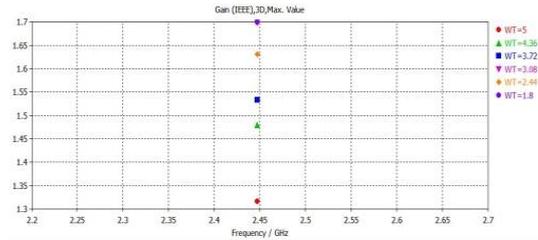
b) Pengaruh Dimensi *T-shaped slot* Terhadap Gain

Pada Gambar 22 menunjukkan nilai gain yang paling baik adalah sebesar 1,738 dB dengan dimensi antena LT sebesar 6 mm.

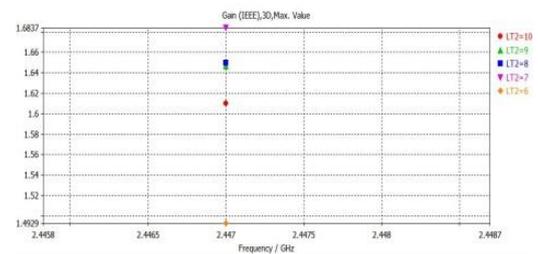


Gambar 22. Perubahan Dimensi LT Terhadap Gain

Pada Gambar 23 menunjukkan nilai gain yang paling baik adalah sebesar 1,7 dB dengan dimensi WT sebesar 3,08 dan 1,8 mm. Pada Gambar 24 menunjukkan pengaruh dimensi LT2 terhadap parameter gain. Nilai gain terbaik yang dihasilkan adalah sebesar 1,6837 dB dengan dimensi LT2 sebesar 7 mm.



Gambar 23. Perubahan Dimensi WT Terhadap Gain



Gambar 24. Perubahan Dimensi LT2 Terhadap Gain

B. Hasil Optimasi Saluran Pencatu Simulasi Antena *T-shaped slot* pada CST dan ADS

Optimasi dilakukan dengan cara mengubah nilai dimensi panjang saluran pencatu dan menggeser posisi saluran pencatu *microstrip line* ke kiri maupun ke kanan. Pada Tabel 5 menunjukkan nilai dimensi panjang saluran pencatu dengan kondisi parameter yang baik yakni sebesar 24,56 mm dengan *bandwidth* sebesar 44 MHz.

Tabel 5. Hasil Optimasi Dimensi Panjang *Strip Line*

LST	rL (dB)	Gain (dB)	BW (MHz)	Frek. Center
33,56	-9,564	1,5	-	2,502
32,64	-9,482	1,6	-	2,502
30,72	-9,586	1,68	15	2,499
29,76	-9,631	1,72	21	2,499
28,8	-9,89	1,7	41	2,498
27,84	-9,949	1,75	45	2,498
24,56	-9,886	2,21	44	2,494
24	-9,963	2,18	0	2,494

Pada Tabel 6 dapat dilihat optimasi pergeseran saluran pencatu yang telah dilakukan. *Bandwidth* yang paling lebar yang dapat dihasilkan adalah sebesar 94 MHz dengan frekuensi kerja yang dihasilkan adalah 2,357 GHz.

Tabel 6. Hasil Optimasi Pergeseran Posisi *Mikrostrip Line*

Posisi Saluran (sumbu-x)	rL (dB)	Gain (dB)	BW (MHz)	Frek. Center (GHz)
-1	-39,109	5,420	84	2,302
-1,2	-17,15	5,347	70	2,298
-0,8	-21,268	5,400	90	2,308

Posisi Saluran (sumbu-x)	rL (dB)	Gain (dB)	BW (MHz)	Frek. Center (GHz)
-0,7	-18,374	5,421	94	2,357
-0,5	-12,45	5,394	80	2,317
-0,2	-10,514	5,229	48	2,332
1	-8,967	5,042	-	2,408
0,7	-8,717	5,111	-	2,394

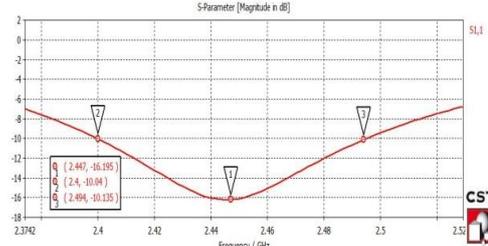
Pada Tabel 7 dapat dilihat nilai hasil optimasi yang telah dilakukan dengan frekuensi kerja 2,447 GHz dan *bandwidth* yang lebar sebesar 102 MHz. Hal ini berarti dimensi panjang *patch*, dimensi saluran pencatu, dan posisi saluran pencatu sangat mempengaruhi *bandwidth* yang dihasilkan.

Tabel 7. Hasil Optimasi Pergeseran Frekuensi T-Shaped Slot

PP (Panjang Patch)	rL (dB)	Gain (dB)	BW (MHz)	Frek. Center (GHz)
28,85	-18,374	5,421	94	2,357
27,78	-17,095	5,339	99	2,394
27,17	-16,195	5,337	102	2,447

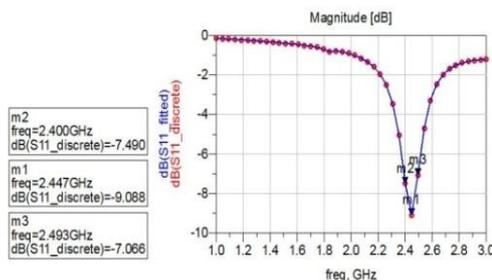
a) Nilai Return Loss pada CST dan ADS

Grafik nilai return loss pada simulator CST dapat dilihat pada Gambar 25. Nilai minimum return loss yang dihasilkan berdasarkan simulasi adalah sebesar -16,195 dB pada frekuensi kerja 2,447 GHz.



Gambar 25. Return Loss Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot CST

Dan pada Gambar 26 menunjukkan nilai return loss yang dihasilkan menggunakan simulator ADS. Pada frekuensi kerja 2,447 GHz nilai minimum return loss yang dihasilkan adalah sebesar 9,088 dB.

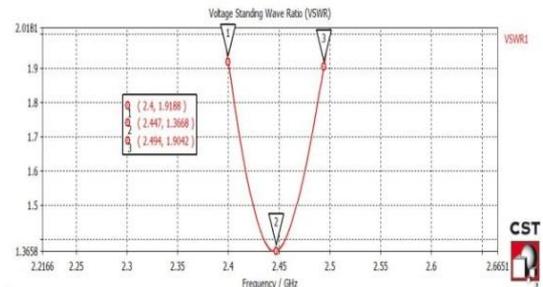


Gambar 26. Return Loss Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot ADS

Dari kedua grafik menunjukkan bahwa nilai *return loss* yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi antena mikrostrip yakni  $\leq -10$  dB.

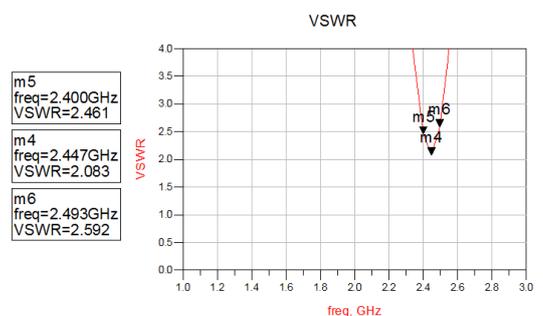
b) Nilai VSWR pada CST dan ADS

Pada simulator CST nilai VSWR yang dihasilkan dapat dilihat berdasarkan Gambar 27, pada frekuensi kerja 2,447 GHz adalah sebesar 1,3668. Hal ini berarti, nilai VSWR yang didapat sudah memenuhi nilai spesifikasi *vswr* antena secara umum yakni  $\leq 2$ .



Gambar 27. VSWR Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot CST

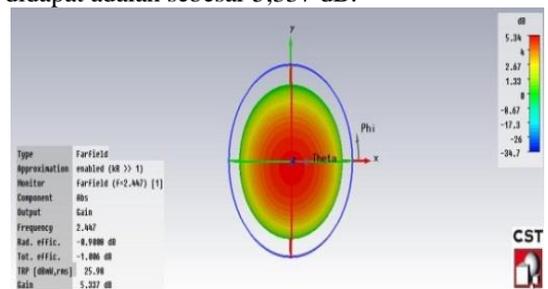
Sementara itu, nilai VSWR yang dihasilkan menggunakan simulator ADS ditunjukkan pada Gambar 28. Pada frekuensi kerja 2,447 GHz menghasilkan VSWR sebesar 2,083.



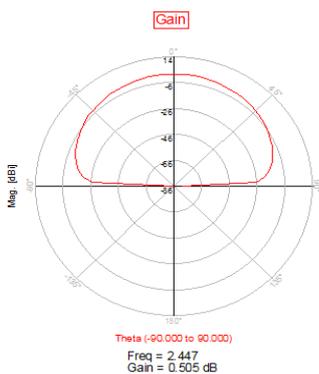
Gambar 28. VSWR Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot ADS

c) Nilai Gain pada CST dan ADS

Pada simulator CST gain yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 29. Nilai gain yang didapat adalah sebesar 5,337 dB.



Gambar 29. Gain Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator CST

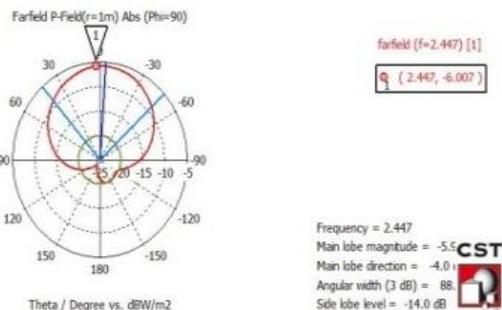


Gambar 30. Gain Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot ADS

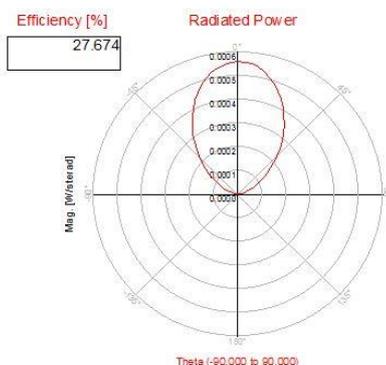
Pada simulator ADS, nilai gain yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 30. Hasil yang diperoleh untuk parameter gain adalah sebesar 0,505 dB.

d) Nilai Pola Radiasi pada CST dan ADS

Pola radiasi yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 31 dan Gambar 32. Berdasarkan gambar yang dihasilkan, pola radiasi yang dihasilkan berbentuk *unidirectional*.



Gambar 31. Pola Radiasi Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator CST

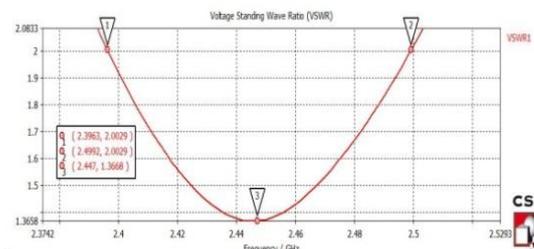


Gambar 32. Pola Radiasi Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator ADS

e) Bandwidth Impedansi pada CST dan ADS

Pada Gambar 33, dapat dilihat bandwidth antena yang dihasilkan adalah sebesar 103 MHz. Persentase bandwidth antena dapat diperoleh sebesar 4,158 %.

Bandwidth antena yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan bandwidth antena yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi awal yakni sebesar 94 MHz atau sekitar 3,84 %.



Gambar 33. Bandwidth Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator CST

Pada Gambar 34, dapat dilihat bandwidth yang dihasilkan menggunakan simulator ADS tidak ada karena, VSWR tidak  $\leq 2$ .



Gambar 34. Bandwidth Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator ADS

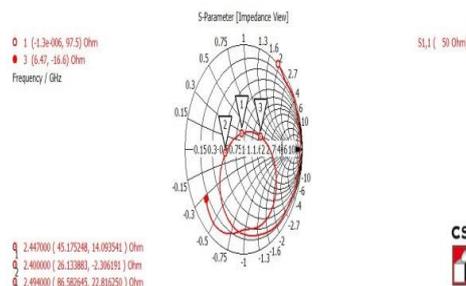
f) Impedansi pada CST dan ADS

Impedansi yang diperoleh pada Gambar 35, menggunakan CST pada frekuensi 2,447 GHz adalah  $Z_{in} = 45,175 + j14,0935$ .

Impedansi input pada frkuensi kerja 2,447 GHz, dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

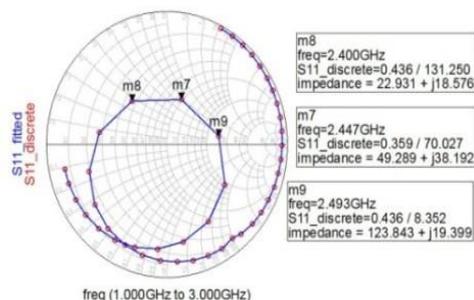
$$\begin{aligned} Z_{in} &= (R_{in} + jX_{in}) \Omega \\ &= (45,1752 + j14,093) \Omega \\ &= \sqrt{(45,1752)^2 + (j14,093)^2} \\ &= 47,32 \Omega \end{aligned}$$

Berdasarkan kalkulasi yang telah dilakukan, nilai ini menunjukkan bahwa impedansi beban dengan impedansi saluran transmisi pada antena sudah dalam keadaan *matching*.



Gambar 35. Impedansi Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator CST

Impedansi yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 36 menggunakan ADS, yakni pada frekuensi kerja 2,447 adalah sebesar  $49,289 + j38,192$ .



Gambar 36. Impedansi Hasil Optimasi Antena T-Shaped Slot Pada Simulator ADS

Impedansi input pada frekuensi kerja 2,447 GHz, dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Z_{in} &= (R_{in} + jX_{in}) \Omega \\ &= (49,289 + j38,192) \Omega \\ &= \sqrt{(49,289)^2 + (38,192)^2} \\ &= 62,354 \Omega \end{aligned}$$

Berdasarkan kalkulasi yang telah dilakukan, nilai impedansi masukan menunjukkan bahwa impedansi beban dengan impedansi saluran transmisi pada antena masih belum dalam keadaan matching.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Perancangan antena T-shaped slot ini, dapat digunakan pada aplikasi Wi-Fi karena nilai VSWR dan return loss sudah memenuhi batas yang diijinkan pada frekuensi kerja 2,447 GHz yakni  $VSWR \leq 2$ . Metode komputansi *Method of Moment* (MoM) pada simulator ADS tidak cukup mampu dan compatible dalam mensimulasikan rancangan antena mikrostrip T-shaped slot karena, metode ini tidak mendiskritisasi seluruh volume dari rancangan. Sementara, pada simulator CST menggunakan metode komputansi *Finite Integrate Technique* (FIT) yang dapat mengamati seluruh volume dari model antena yang dirancang. Pada simulator CST return loss yang dihasilkan sebesar -16,195 dB, gain sebesar 5,337 dB, dan VSWR sebesar 1,367. Dan pada simulator ADS return loss yang dihasilkan sebesar -9,088 dB, gain sebesar 0,505 dB, dan VSWR sebesar 2,083. Perancangan antena mikrostrip T-shaped slot mampu menghasilkan bandwidth yang jauh lebih lebar untuk aplikasi Wi-Fi dibandingkan dengan antena mikrostrip rectangular. Dari hasil simulasi

perancangan pada simulator CST, bandwidth yang dihasilkan antena mikrostrip T-shaped slot pada frekuensi kerja 2,447 GHz lebih dari 100% dari bandwidth yang dirancang yakni sebesar 103 MHz dengan gain sebesar 5,337 dB dan return loss -16,195 dB.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. abd elrahman Younis Ali, Ruqaiia. "The Advantages of Wi-Fi 802.11ac over 802.11n: A Comparative Study", International Journal of Engineering, Applied and Management Sciences Paradigms, Vol. 23, Issue 01.2015
- [2]. James, J dan Hall PS. "Handbook of Microstrip Antennas". Peter Peregrinus Ltd, London. 1989.
- [3]. Nugraha, Eka Setia. "Desain dan Realisasi Sistem Antena MIMO 2x2 Model PIFA Asymmetric E-Shaped untuk modem berbasis WIMAX". Thesis, Universitas Telkom, Bandung, 2014.
- [4]. Garg, R., Bhartia, P, Bahl, I., dan Ittipiboon, A. "Microstrip Antenna Design Handbook", Artech House Inc., Norwood, MA, 2001.
- [5]. Balannis, Constantine. "Antenna Theory Analysis and Desain", Harper and Row, New York, 1982.
- [6]. Dwi, Hantoro.G. "WiFi (Wireless LAN) Jaringan Komputer Tanpa Kabel", Informatika Bandung. 2009.
- [7]. Boonachi Kaewchan, Watcharaphon Naktong, Amnoiry Ruengwaree. "T-shape slot in Rectangulr slot antenna to enlarge bandiwdth for broadband communication". University of Technology Thanyaburi, Thailand. 2010.
- [8]. Rastantao Hadinegoro, Indra Surjati, and Yuli Kurnia ningsih. "Ultra Wideband Microstrip Antenna Using T-Shaped Stub Fed by Coplanar Waveguide". University of Industrial Technology Trisakti, Indonesia. 2013.
- [9]. Kun Song, Ying-Zeng, Xiao-Bo Wu, and Li-Zhang. "Bandwidth Enhancement of Open Slot Antenna With A T-Shaped Stub". Xidian University, Republic of China. 2009.
- [10]. M. Ravi Kishore, A. Janardhana, and B. Murali Krishna. "Design and Simulation of Dual Band T-Shaped Slot Microstrip Antenna for C-Band Applications". Int. Journal of Engineering Research and Technology, Vol. 4, Issue 09, September 2015.
- [11]. D. M. Pozar. "Microwave Engineering", 4th Ed. New york : John Wiley & sons, Inc., 2012.
- [12]. Budi,MP Imam. "Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip MIMO Circular Pada Frekuensi 2,35 Ghz Untuk Aplikasi LTE", Jurnal Infotel Vol.9 No.1 Februari 2017.Indonesia. 2017
- [13]. Yasin,A.Alaa. "Dual-Band Microstrip Patch Antenna Design Using C-slot for Wifi and Wimax Applications", 5th International Conference on Computer & Communication Engineering.2014

- [14]. Rutschlin,Mark.” *Phased Antenna Array Design with CST STUDIO SUITE*”, CST Computer Simulation Technology.2012
- [15]. Prakash,A.Ram. “*Design and Analysis of Circularly Polarized Slotted Microstrip Square Patch Antenna for Remote Vehicle Wireless Data Transfer*”, International Conference on Communication and Signal Processing. 2016.