

Antena Mikrostrip Segitiga Dengan Parasitic Untuk Aplikasi *Wireless Fidelity*

¹Syah Alam, ²Kukuh Aris Santoso.

¹Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, syah.alam@uta45jakarta.ac.id

²Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, kukuhpwu@gmail.com

Abstract — In this research, the design of microstrip antenna with parasitic triangle which applied for WiFi at a frequency of 2400 MHz using two layers of the same substrate in order to widen the bandwidth . From the simulation results obtained by an increase in bandwidth of 181 MHz , or 18.31 % with a value of -17.25 dB return loss and VSWR 1,318 .

Keyword - Microstrip Antenna Triangle , Parasitic , Bandwidth

Abstrak — Dalam penelitian ini dilakukan perancangan antena mikrostrip segitiga dengan parasitic yang diaplikasikan untuk keperluan WiFi pada frekuensi 2400 MHz dengan menggunakan dua lapis substrat yang sama untuk dapat memperlebar *bandwidth*. Dari hasil simulasi diperoleh peningkatan *bandwidth* sebesar 181 MHz atau 18,31% dengan nilai *return loss* sebesar -17,25 dB dan *VSWR* 1,318.

Kata Kunci—Antena Mikrostrip Segitiga, *Parasitic*, *Bandwidth*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi sekarang sangat meningkat pesat. Hal ini dibuktikan dengan metode transfer data yang biasanya melalui kabel sekarang ini dapat dilakukan melalui media udara (non kabel). Salah satu teknologi yang sekarang banyak digunakan adalah *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) yang menggunakan frekuensi kerja 2400 MHz sesuai dengan standar IEEE 802.11. Kemudahan yang ditawarkan *wireless LAN* menjadi daya tarik tersendiri bagi para pengguna komputer yang menggunakan teknologi ini untuk mengakses suatu jaringan komputer atau internet. Hal ini juga didukung dengan sebuah laptop yang telah dilengkapi dengan teknologi Wifi, sehingga ada kecenderungan orang untuk memilih laptop dari pada Desktop PC [1].

Sistem komunikasi tanpa kabel membutuhkan suatu alat yang dapat berfungsi sebagai pemancar dan penerima (*transmitter* dan *receiver*). Untuk menunjang kebutuhan tersebut diperlukan suatu antena yang dapat mendukung komunikasi tanpa kabel tersebut. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan untuk komunikasi tanpa kabel adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki kelebihan diantaranya bentuk yang kecil, kompak, dan sederhana. Akan tetapi jenis antena ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya : *gain* yang rendah, keterarahan yang kurang baik, efisiensi rendah, rugi-rugi hambatan pada saluran pencatu, dan lebar pita yang sempit [2].

Salah satu cara untuk mengatasi lebar pita yang sempit adalah dengan menerapkan metode parasitic pada antenna mikrostrip. Metode parasitic adalah metode penambahan beban pada antenna mikrostrip yang akan memberi dampak meningkatnya nilai lebar pita pada antenna. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [3] dengan menggunakan *patch* segiempat metode parasitic dan saluran catu tidak langsung (*feed line*) mampu meningkatkan nilai lebar pita frekuensi antenna sebesar 15,8 %. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh [4] metode parasitic dengan *patch* persegi panjang dan saluran pencatu langsung dapat meningkatkan nilai *bandwidth* sebesar 12,8 %. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh [5] metode parasitic dengan *patch* segiempat dapat meningkatkan nilai *bandwidth* sebesar 11,8 %. Dari beberapa penelitian rujukan diatas dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa beban parasitic dapat meningkatkan *bandwidth* kerja pada antenna mikrostrip. Dalam penelitian ini dirancang sebuah *patch* dengan bentuk segitiga yang dicatu dengan saluran mikrostrip secara tidak langsung, dan beban parasitic diletakkan pada substrat bagian atas.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip memiliki bentuk dan ukuran yang ringkas sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi yang membutuhkan spesifikasi antenna yang berdimensi kecil sehingga dapat mudah dibawa dan dapat diintegrasikan dengan rangkaian elektronik lainnya (seperti IC, rangkaian aktif, dan rangkaian pasif). Antena ini dapat diaplikasikan pada berbagai kegunaan seperti komunikasi satelit, komunikasi radar, militer, dan aplikasi bergerak (*mobile*) [6].

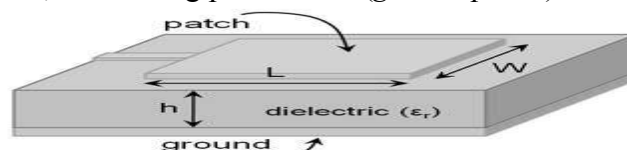
Antena mikrostrip ini sendiri memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan antenna lainnya, yaitu :

1. Mudah direalisasikan dan tidak memakan biaya yang besar.
2. Mempunyai ukuran dan bentuk yang ringkas
3. Dapat dibuat untuk menghasilkan berbagai macam pola radiasi
4. Mudah dikoneksikan dan diintegrasikan dengan devais elektronik lain.

Akan tetapi selain beberapa keuntungan yang dimiliki, antenna mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu:

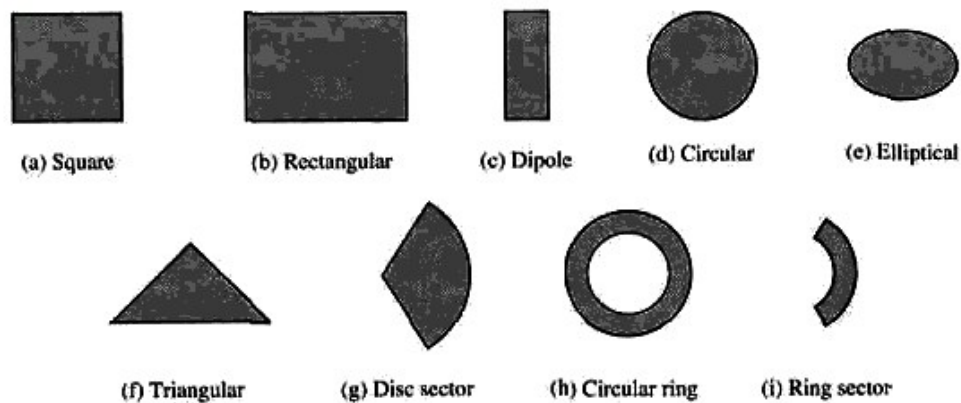
1. Mempunyai efisiensi yang rendah
2. Memiliki *bandwidth* yang sempit
3. Mempunyai kemurnian pola radiasi yang rendah

Antena mikrostrip mempunyai 4 bagian dasar, yaitu elemen peradiasi (*patch*), substrat *dielectric*, saluran transmisi, dan bidang pentanahan (*ground plane*).



Gambar 2.1 Geometri dari antenna mikrostrip

Elemen peradiasi berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Elemen ini biasa disebut sebagai radiator *patch* dan terbentuk lapisan logam yang memiliki ketebalan tertentu. Jenis logam yang biasa digunakan adalah tembaga (*copper*) dengan konduktifitas $5,8 \times 10^7$ S/m. Ada berbagai macam bentuk elemen peradiasi yang diantaranya adalah bentuk persegi, persegi panjang, garis tipis (*dipole*), lingkaran, elips, segitiga [6]. Gambar berbagai bentuk antenna mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini :



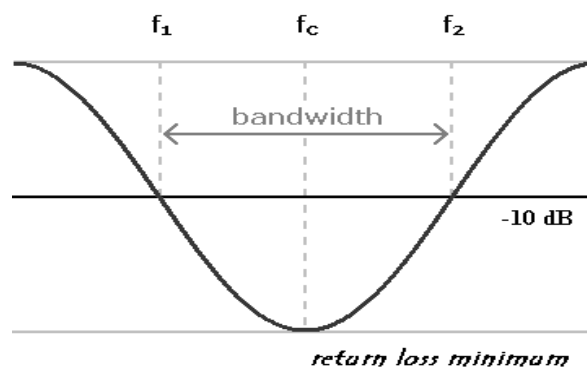
Gambar 2.2 Berbagai bentuk antenna mikrostrip

2.2 Parameter Antena

Performansi dari suatu antena dapat dilihat dari parameter antena itu sendiri. Ada banyak parameter dari antena. Berikut ini akan dijelaskan beberapa parameter tersebut antara lain :

2.2.1 Bandwith

Bandwidth atau lebar pita frekuensi (Gambar 2.3) suatu antena didefinisikan sebagai besar rentang frekuensi kerja dari suatu antena, di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, *VSWR*, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar [6]. Nilai *bandwidth* dapat diketahui apabila nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas dari suatu antena sudah diketahui. Frekuensi bawah adalah nilai frekuensi awal dari frekuensi kerja antena, sedangkan frekuensi atas merupakan nilai frekuensi akhir dari frekuensi kerja antena.



Gambar 2.3 Rentang frekuensi yang menjadi *bandwidth*

Bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (1)$$

$$f_c = \frac{f_2 + f_1}{2} \quad (2)$$

di mana : BW = bandwidth (%)

f_2 = frekuensi tertinggi (GHz)

f_1 = frekuensi terendah (GHz)

f_c = frekuensi tengah (GHz)

2.2.2 Return Loss

Return loss merupakan koefisien refleksi dalam bentuk logaritmik yang menunjukkan daya yang hilang karena antena dan saluran transmisi tidak *matching*. *Return loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Sehingga tidak semua daya diradiasikan melainkan ada yang dipantulkan balik. *Return loss* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Return\ loss = 20 \log |\Gamma| \quad (3)$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (4)$$

Nilai VSWR yang baik pada suatu antena adalah lebih kecil atau sama dengan 2, sehingga nilai *return loss* yang baik adalah sebesar lebih kecil atau sama dengan -10 dB. Maka dari itulah frekuensi kerja dari antena yang baik adalah ketika *return loss*-nya bernilai \leq -10 dB.

2.2.3 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$) [6]. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) [9]:

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (5)$$

Di mana Z_L adalah impedansi beban (*load*) dan Z_0 adalah impedansi karakteristik saluran transmisi.

Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka :

- $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat,
- $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna,
- $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Rumus untuk mencari nilai VSWR adalah [7]:

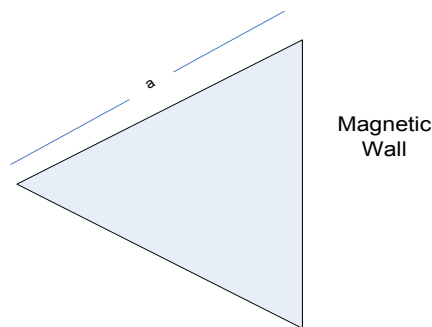
$$S = \frac{\left| \tilde{V} \right|_{\max}}{\left| \tilde{V} \right|_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (6)$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($S=1$) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu nilai standar VSWR yang diijinkan untuk pabrikan antena adalah $VSWR \leq 2$.

2.3 Antena Mikrostrip Patch Segitiga Sama Sisi

Ada berbagai macam *patch*. Salah satu bentuk *patch* adalah segitiga. Bentuk ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan bentuk segi empat, yaitu luas yang dibutuhkan oleh bentuk segitiga untuk menghasilkan karakteristik radiasi yang sama lebih kecil dibandingkan luas yang dibutuhkan oleh bentuk segi empat [6]. Hal ini sangat menguntungkan di dalam realisasi antena. Terlebih lagi penambahan *slot* pada *patch* bentuk segitiga membuat luas yang dibutuhkan akan semakin kecil.

Distribusi medan pada *patch* segitiga dapat dicari dengan menggunakan model *cavity*, di mana segitiga dikelilingi oleh medan magnetik di sekelilingnya (lihat Gambar 2.6)



Gambar 2.4 Geometri segitiga

Ada berbagai macam *patch*. Salah satu bentuk *patch* adalah segitiga. Bentuk ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan bentuk segi empat, yaitu luas yang dibutuhkan oleh bentuk segitiga untuk menghasilkan karakteristik radiasi yang sama lebih kecil dibandingkan luas yang dibutuhkan oleh bentuk segi empat [6]. Hal ini sangat menguntungkan di dalam realisasi antena. Terlebih lagi penambahan *slot* pada *patch* bentuk segitiga membuat luas yang dibutuhkan akan semakin kecil.

Frekuensi resonansi dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut [6]:

$$f_r = \frac{ck_{mn}}{2\pi\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \sqrt{m^2 + mn + n^2} \quad (7)$$

Di mana c merupakan cepat rambat gelombang cahaya. Persamaan di atas berlaku jika elemen peradiasi segitiga dikelilingi oleh dinding magnet yang sempurna. Jika elemen peradiasi dikelilingi oleh dinding magnet yang tidak sempurna, maka nilai a diganti dengan nilai a_e yang merupakan nilai efektif dari panjang sisi segitiga.

Untuk mode TM_{10} frekuensi resonansi (f) didefinisikan sebagai berikut :

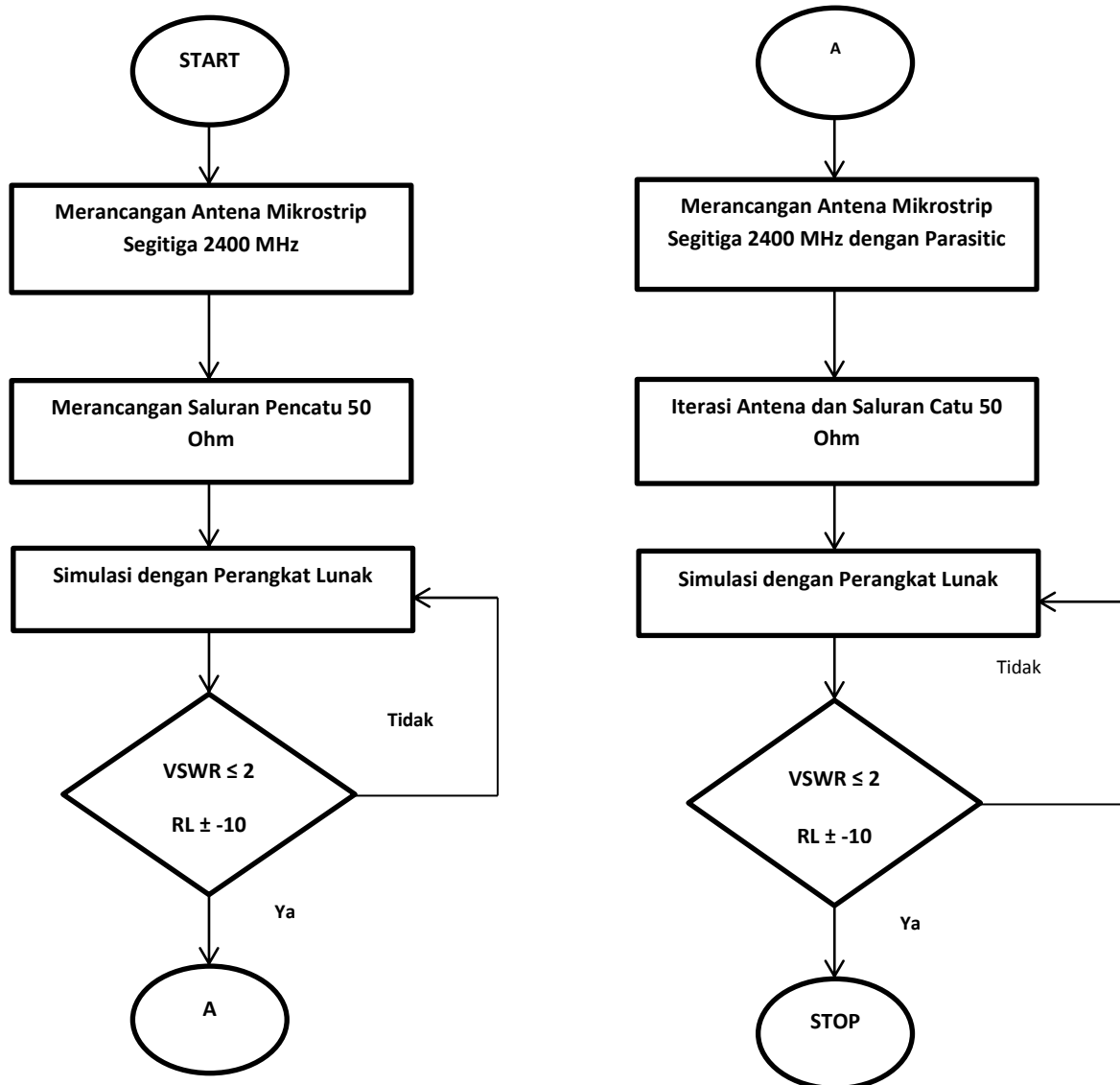
$$f_{10} = \frac{2c}{3a_e\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

Di mana :

$$a_e = a \left[1 + 2.199 \frac{h}{a} - 12.853 \frac{h}{a\sqrt{\epsilon_r}} + 16.436 \frac{h}{a\epsilon_r} + 6.182 \left(\frac{h}{a} \right)^2 - 9.802 \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{a} \right)^2 \right] \quad (9)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Antena yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk segitiga yang bekerja pada frekuensi kerja 2400 MHz dengan menggunakan saluran pencatu 50 Ohm. Adapun flowchart dari perancangan terlihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Desain Awal Antena

Dari diagram alir diatas dapat dilihat bahwa tahap awal adalah merancang antena segitiga pada frekuensi 2400 MHz dengan substrat FR4 Epoxy dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dengan ketebalan substrat 1,6 mm dan rugi-rugi bahan (*loss tan*) 0,0265. Setelah diperoleh desain dari hasil perhitungan maka dilakukan simulasi dengan bantuan perangkat lunak sampai dengan hasil yang ditargetkan. Setelah itu dilanjutkan dengan memberikan beban parasitic pada layer yang berbeda dengan jenis substrat yang sama. Untuk memperoleh

hasil yang diinginkan maka dilakukan proses iterasi terhadap posisi beban parasitic sampai dengan hasil yang ditargetkan dan bandwidth yang diharapkan tercapai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini substrat yang digunakan untuk desain awal antenna adalah FR4 (epoxy) dengan nilai spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini :

TABEL I
SPESIFIKASI SUBSTRAT

Jenis Substrat	FR4 (epoxy)
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	4,3
Konstanta Permeabilitas Relatif (μ_r)	1
Dielectric Loss Tangent ($\tan \delta$)	0,0265
Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm
Konduktifitas Bahan	$7,5 \times 10^{10}$ S/m

Perancangan awal antenna mikrostrip segitiga dilakukan dengan menentukan nilai a (sisi segitiga) menggunakan persamaan dibawah ini :

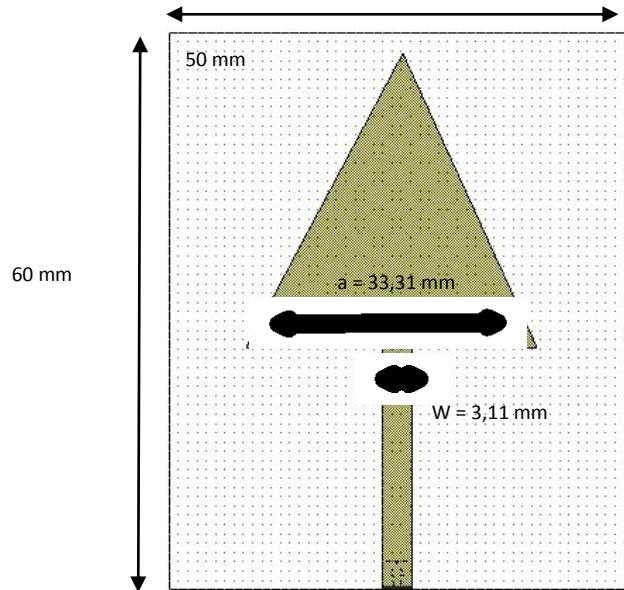
$$f_{10} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (10)$$

Dengan menggunakan persamaan 1 dan spesifikasi substrat diatas untuk frekuensi kerja 2400 MHz didapatkan nilai a sebesar **40,18 mm**. Setelah dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak diperoleh sisi segitiga efektif hasil iterasi sebesar **31,33 mm**. Pada penelitian ini jenis saluran catu yang digunakan adalah saluran pencatu tidak langsung (*feed line*). Untuk memperoleh nilai lebar saluran catu 50 ohm menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$B = \frac{60 \pi}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (11)$$

$$W = \frac{2h}{w} B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right\} \quad (12)$$

Dengan menggunakan persamaan 11 dan 12 diatas maka diperoleh nilai lebar saluran catu sebesar **3,11 mm**. Nilai ini yang akan digunakan untuk proses simulasi pada perangkat lunak. Setelah diperoleh nilai ukuran patch antenna dan saluran catu, maka dilakukan penggabungan dan perancangan antenna mikrostrip dengan bantuan perangkat lunak dan disimulasikan untuk mengetahui kinerja dan kualitas dari antenna rancangan. Bentuk desain awal antenna dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini .



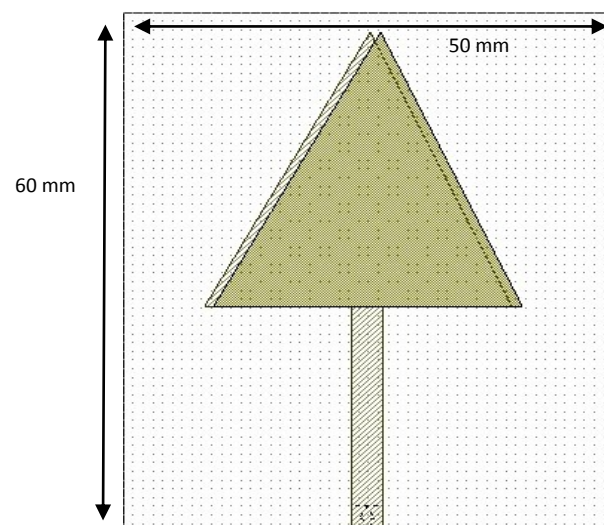
Gambar 4.1 Desain Antena Segitiga Awal

A. Desain Antena dengan beban parasitic

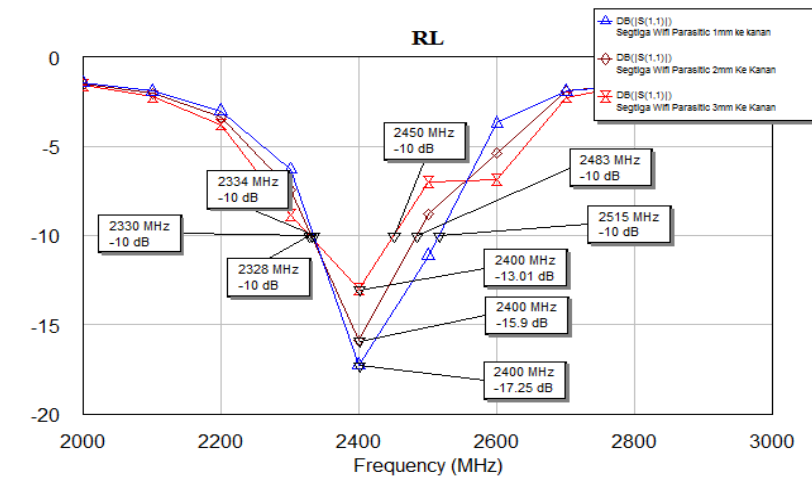
Pada penelitian ini beban parasitic yang dirancang memiliki ukuran dan spesifikasi substrat yang sama dengan desain awal antena mikrostrip segitiga. Beban parasitic tersebut diletakkan diatas patch antena rancangan awal dengan substrat yang berbeda. Tabel 2 menunjukkan hasil iterasi dari beban parasitic. Sedangkan Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan disain antena rancangan, nilai *return loss* dan *VSWR* nya.

TABEL 2
HASIL ITERASI BEBAN PARASITIC

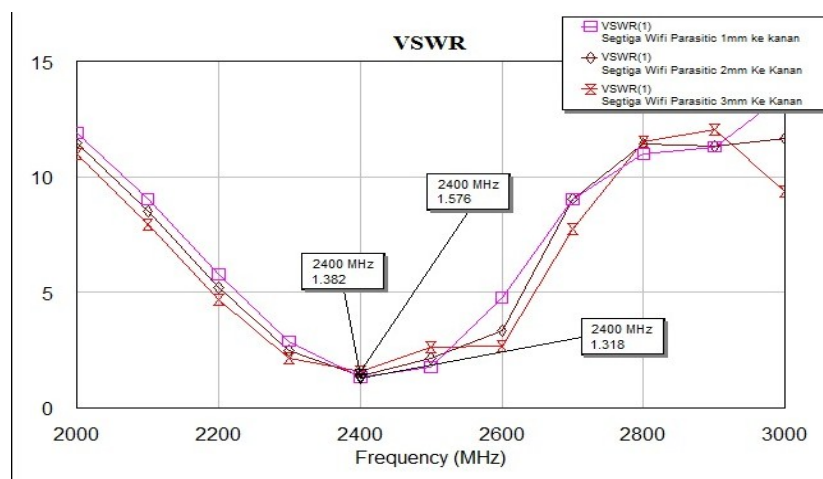
Jarak Beban Parasitic Ke Antena Desain Awal	<i>Return loss</i>	<i>VSWR</i>	<i>Bandwith</i>
1 mm ke kanan	-17,25 dB	1,318	181 MHz
2 mm ke kanan	-15,90 dB	1,382	153 MHz
3 mm ke kanan	-13,01 dB	1,576	122 MHz



Gambar 4.2 Desain antena dengan beban parasitic

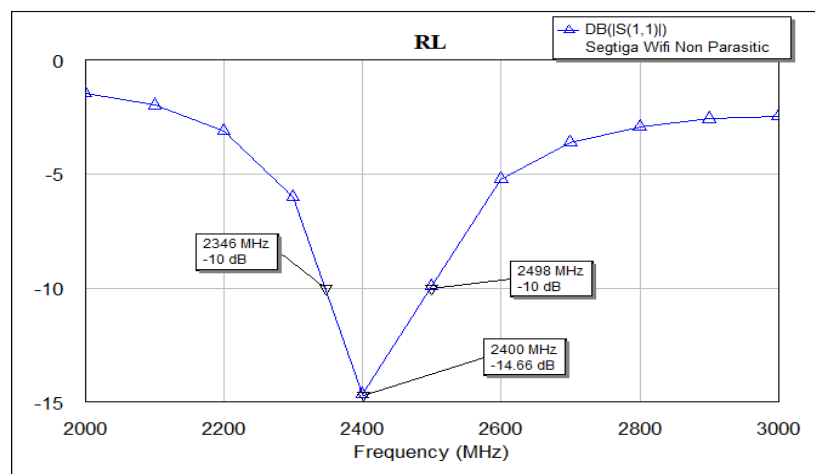


Gambar 4.3 Return loss dengan beban parasitic

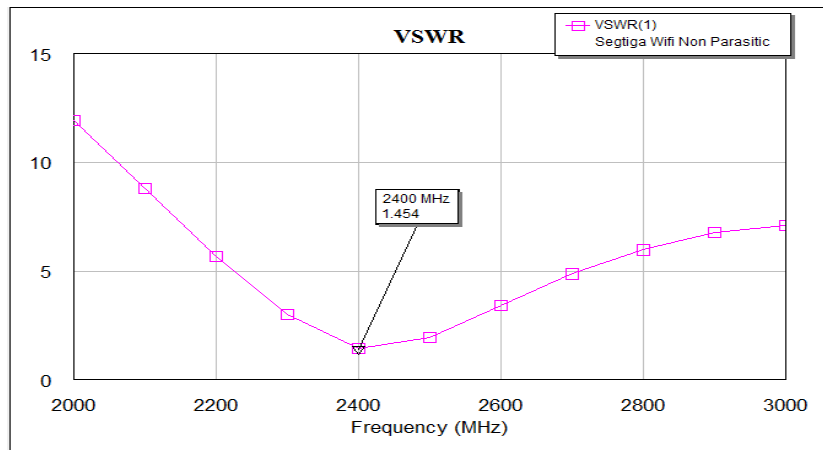


Gambar 4.4 VSWR dengan beban parasitic

Hasil nilai *return loss* dan *VSWR* dari perancangan awal antenna segitiga yang bekerja di frekuensi 2400 MHz yang dicatu dengan saluran pencatu 50 Ohm, dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dibawah ini.

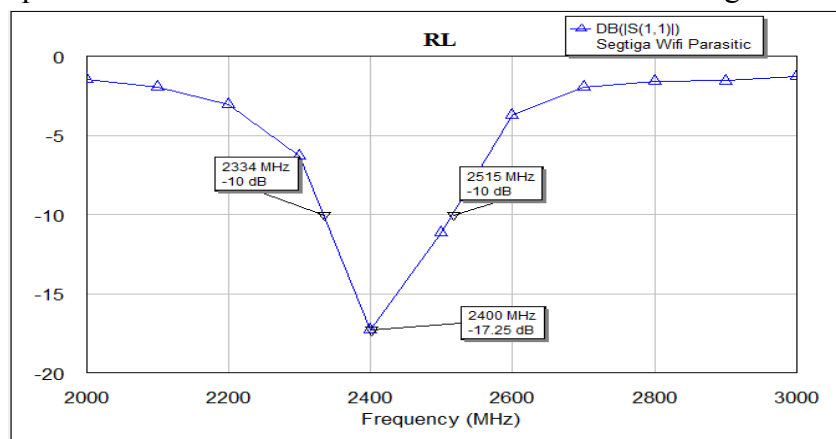


Gambar 4.5 Nilai return loss dari desain awal antenna

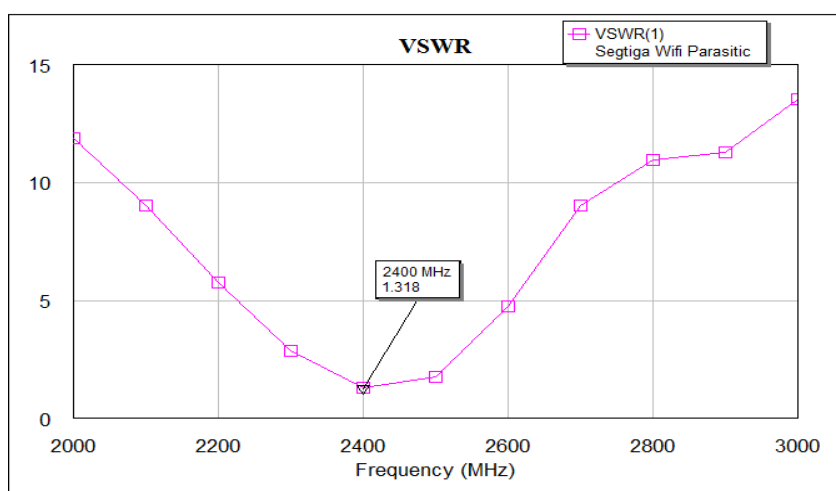


Gambar 4.6 Nilai $VSWR$ dari desain awal antenna

Dari hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* pada desain antenna awal adalah -14,66 dB dengan *bandwith* 153 MHz (2346 MHz – 2498 MHz) dengan nilai $VSWR$ sebesar 1,454. Setelah diperoleh hasil desain awal antenna, maka dilakukan proses perancangan antenna dengan beban parasitic. Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 memperlihatkan nilai *return loss* dan $VSWR$ dari antenna dengan beban parasitic.



Gambar 4.7 Nilai *return loss* antenna dengan beban parasitic



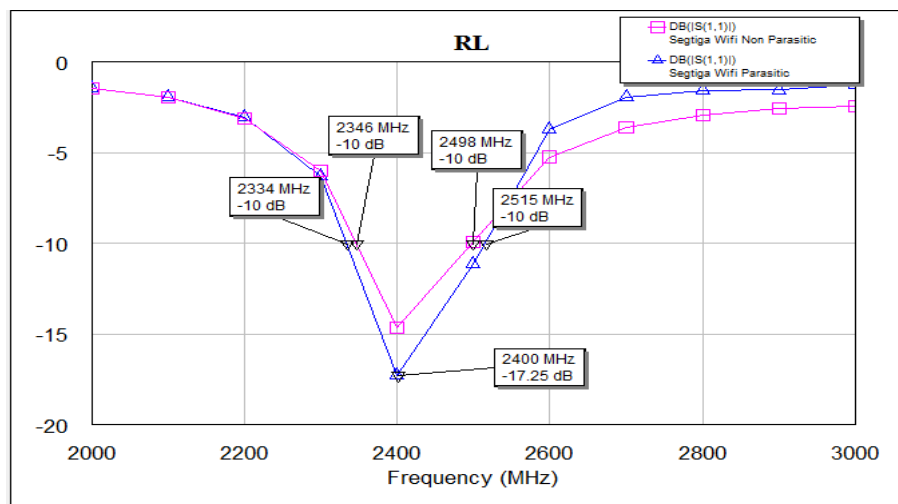
Gambar 4.8 Nilai $VSWR$ antenna dengan beban parasitic

Dari hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* pada antenna dengan beban parasitic adalah -17,25 dB dengan *bandwith* 181 MHz (2334 MHz – 2515 MHz), dengan nilai *VSWR* sebesar 1,318.

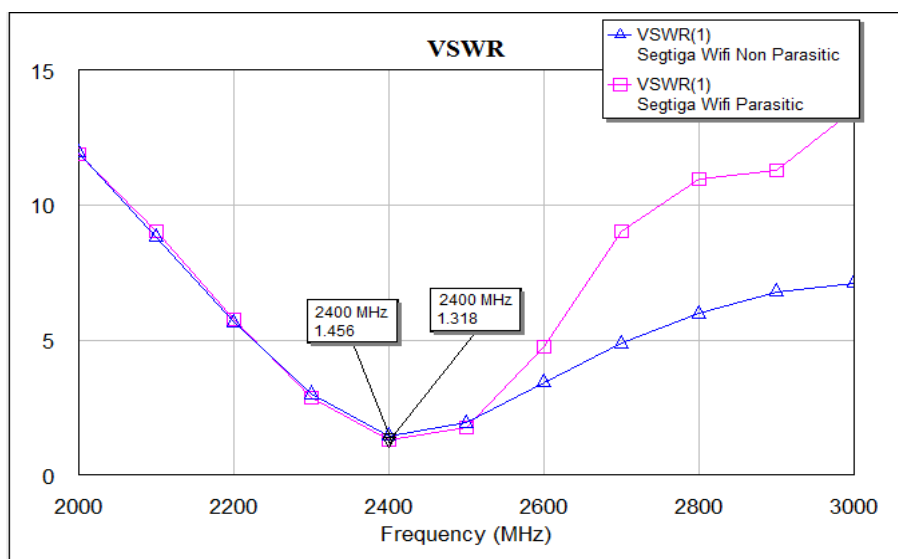
Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 menunjukkan perbandingan perolehan retrun loss dan *VSWR* dari antenna awal dengan antenna rancangan, sedangkan Tabel 3 memperlihatkan perubahan nilai parameter dari antenna awal dan antenna dengan beban parasitic.

TABEL 3
PERUBAHAN NILAI PARAMETER ANTENNA

Antena	<i>Return loss</i>	<i>VSWR</i>	<i>Bandwith</i>
Desain Awal Antena	-14,66 dB	1,454	153 MHz
Antena dengan beban parasitic	-17,25 dB	1,318	181 MHz



Gambar 4.9 Perbandingan hasil *return loss*



Gambar 4.10 Perbandingan hasil *VSWR*

Dari Tabel 3 terlihat bahwa *bandwith* mengalami kenaikan sebesar 181 MHz atau 18,31%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan beban parasitic telah berhasil meningkatkan kualitas dari parameter antena terutama *bandwith* yang mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa beban parasitic dapat meningkatkan *bandwith* sebesar 181 MHz atau 18,31%. Disamping itu antena rancangan dapat diaplikasikan untuk WiFi dengan nilai *return loss* -17,25 dB dan *VSWR* sebesar 1,318.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Dalam penelitian ini digunakan beberapa daftar acuan baik berupa buku, jurnal ataupun artikel ilmiah :

- [1] Josua M Sinambela, “*Wireless Security (Hacking Wifi)*”, Seminar Open Source dan Hacking Wifi 2007 di AMIKOM
- [2] Syah Alam, “*Perancangan Antena Mikrostrip Triangular Untuk Aplikasi WiMAX 2300 dan 3300 MHz*”, 2015. JTIK Ukrida. Jakarta, Vol.4 No.15
- [3] Rajesh Kumar, P.K Singhal, “*Wideband Rectangular Microstrip Antenna With Directly Coupled and Two Gacoupled Parasitic Patches*”. 2013. International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST) , Vol. 5 No.03
- [4] A.A Abdel Aziz, “*Bandwith Enhancement of a Microstrip Patch Antenna*”. 2006. Progress In Electromagnetics Research, PIER 63, 311–317.
- [5] Nagraj Kulkarni, S.N Mulgi, “*Effect Of Slits and Parasitic Strip on Rectangular Microstrip Antenna –A Compare Study*“. 2013. IJEE., Vol. 05, No. 2, 9–12.
- [6] Indra Surjati, “*Antena Mikrostrip : Konsep dan Aplikasinya*”. 2010. Jakarta : Universitas Trisakti