

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP BEBAN PARASITIC UNTUK APLIKASI ISM BAND 2,4 GHz

DESIGN OF PARASITIC LOAD MICROSTRIP ANTENNA FOR ISM BAND APPLICATION 2.4 GHz

Syah Alam¹, Asep Kurniawan²

¹Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. alam_bizkit@yahoo.com

²Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. asepk2100@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan desain antenna mikrostrip dengan bentuk persegi panjang yang dioptimasi menggunakan metode *inset* dan *parasitic* untuk aplikasi ISM Band pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Metode *inset* bertujuan untuk memperbaiki nilai *return loss* dan VSWR dari antenna, sedangkan penggunaan beban *parasitic* bertujuan untuk memperlebar *bandwidth* dari antenna yang diusulkan. Jenis substrat dari antenna yang diusulkan adalah FR-4 dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3, ketebalan substrat (h) = 1,6 mm, dan *loss tangent* = 0,0265. Dari hasil simulasi diperoleh nilai *return loss* sebesar -13,53 dB, VSWR sebesar 1,536 pada frekuensi kerja 2.400 MHz. *Bandwidth* yang diperoleh dari hasil simulasi antenna yang diusulkan adalah 196 MHz. Setelah dilakukan proses pengukuran diperoleh nilai *return loss* -14,49 dB, VSWR 1,464, dan lebar *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 64 MHz. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari proses pengukuran, antenna yang diusulkan sudah memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB dan VSWR ≤ 2 sehingga dapat digunakan pada frekuensi kerja 2.400 MHz.

Kata Kunci: *microstrip antenna, inset, ISM Band, parasitic.*

Abstract

This research proposes the design of microstrip antennas with rectangular patches optimized using inset and parasitic methods for ISM Band applications at a working frequency of 2.4 GHz. The inset method aims to improve the value of return loss and VSWR of the antenna, while the use of parasitic load aims to enhanced the bandwidth of the proposed antenna. The proposed antenna used FR-4 substrate with dielectric constant value (ϵ_r) = 4.3, substrate thickness (h) = 1.6 mm and tangent loss = 0.0265. From the simulation results obtained return loss of -13.53 dB, VSWR of 1.536 at working frequency of 2400 MHz. The bandwidth obtained from the simulation of proposed antenna is 196 MHz. The measurement process of proposed antenna obtained the value of return loss -14.49 dB, VSWR 1.464 and the bandwidth of 64 MHz. Based on the results obtained from the measurement process, the proposed antenna already has a return loss value of ≤ -10 dB and VSWR ≤ 2 so it can be used at a working frequency of 2400 MHz.

Keywords: *microstrip antenna, inset, ISM Band, parasitic.*

Tanggal Terima Naskah : 24 Maret 2018

Tanggal Persetujuan Naskah : 09 April 2018

1. PENDAHULUAN

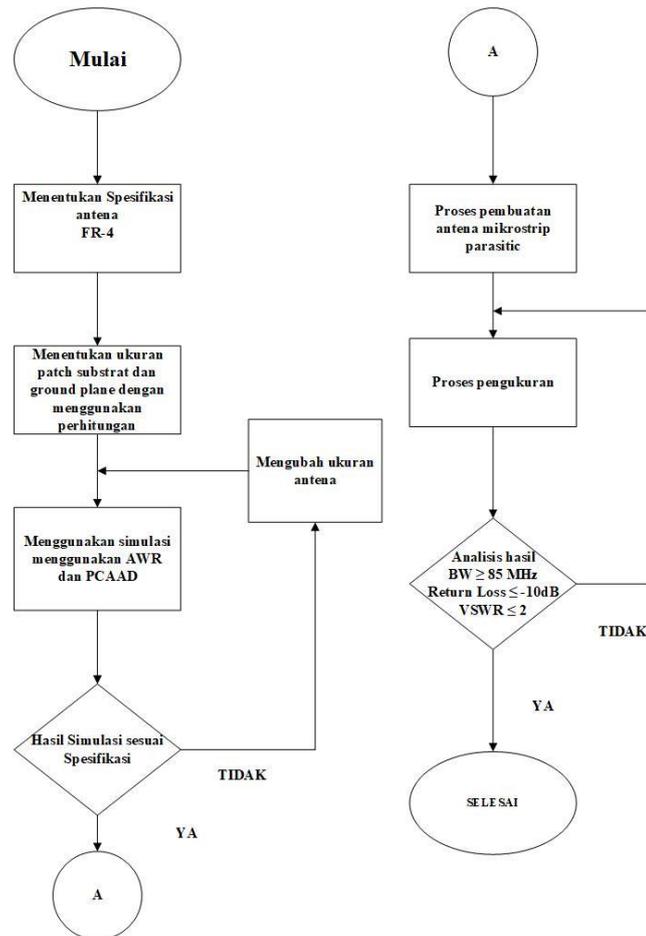
Di era kemajuan teknologi saat ini, teknologi komunikasi merupakan salah satu teknologi yang berkembang begitu pesat dimana manusia memerlukan komunikasi untuk saling bertukar informasi kapan saja, dimana saja, dan dengan siapa saja. Saat ini manusia tidak hanya berkomunikasi dengan suara tetapi sudah saling mengirim informasi dalam bentuk data. Pengiriman data dapat dilakukan melalui kabel atau tanpa kabel. Dengan semakin majunya teknologi komunikasi saat ini maka metode pengiriman data melalui kabel sudah mulai tergantikan oleh metode pengiriman data tanpa kabel. Salah satu teknologi yang saat ini banyak digunakan adalah *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) yang menggunakan frekuensi kerja 2,4 GHz standar IEEE 802.11-2007 (ISM Band) [1].

Teknologi Wi-Fi menawarkan kemudahan untuk pengguna perangkat komputer atau *desktop* PC. Selain perangkat komputer, teknologi Wi-Fi juga terdapat pada sebuah laptop, dimana sebuah laptop lebih mudah dibawa kemana saja, oleh karena itu kecenderungan orang lebih memilih menggunakan laptop dibandingkan dengan komputer/deskop PC. Pada komunikasi tanpa kabel diperlukan alat yang dapat berfungsi sebagai pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*), sistem komunikasi tanpa kabel/nirkabel menggunakan antena untuk menunjang kerja tersebut. Antena yang digunakan adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki kelebihan diantaranya memiliki bobot ringan, bentuk yang kecil, kompak, dan sederhana. Adapun kekurangan antena mikrostrip, diantaranya efisiensi yang rendah, lebar pita yang sempit, penguatan rendah, rugi-rugi hambatan, dan memiliki daya rendah.

Dalam penelitian sebelumnya digunakan *patch* segitiga, pita frekuensi antena sebesar 18,31% [2]. Penelitian yang dilakukan oleh Rajesh Kumar, dkk, dengan menggunakan *patch* segiempat metode *parasitic* dan saluran catu tidak langsung (*feed line*) mampu meningkatkan nilai pita frekuensi antena sebesar 15,8% [3]. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Khraisat, dkk, metode *parasitic* dengan *patch* segiempat dapat meningkatkan nilai *bandwidth* sebesar 11,8% [4]. Dari beberapa hasil penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa beban *parasitic* dapat meningkatkan *bandwidth* kerja antena mikrostrip.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan penelitian untuk memperoleh desain dan dimensi antena mikrostrip. Tahapan awal adalah menentukan substrat beserta spesifikasi yang digunakan dan frekuensi kerja yang diharapkan. Pada penelitian ini substrat yang digunakan adalah FR 4 Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dengan ketebalan substrat (h) = 1,6 mm dan *loss tangent* = 0,0265 sedangkan frekuensi kerja yang diharapkan dari antena yang dirancang adalah 2.300 MHz untuk aplikasi ISM band. Tahapan selanjutnya adalah menentukan saluran catu 50 Ohm yang akan digunakan pada perancangan antena mikrostrip *single element*. Setelah diperoleh desain awal antena dilanjutkan dengan melakukan perancangan *inset* dan beban *parasitic* untuk menghasilkan *bandwidth* yang lebar. Setelah itu dilakukan proses iterasi agar diperoleh hasil *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 *bandwidth* minimal 85 MHz sehingga antena dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Diagram alir penelitian (*flowchart*) perancangan antena mikrostrip beban *parasitic* terdapat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. DESAIN DAN PERANCANGAN ANTENA

3.1 Desain Awal Antena Mikrostrip

Setiap substrat memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini substrat yang akan digunakan adalah FR4 (*epoxy*) dengan merk NH. Jenis substrat ini digunakan karena memiliki ketebalan yang cukup kecil, bahan substrat yang mudah didapatkan, dan memiliki nilai ekonomis bila dibandingkan dengan substrat Taconic TLY-5 namun memiliki kelemahan, yaitu konstanta dielektrik yang cukup besar sehingga dapat berpengaruh pada penurunan kinerja antena. Substrat FR4 (*epoxy*) memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Spesifikasi Substrat yang digunakan

Jenis Substrat	FR4 (<i>epoxy</i>)
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	4,3
Konstanta Permeabilitas Relatif (μ_r)	1
<i>Dielectric Loss Tangent</i> ($\tan \delta$)	0,0265
Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm
Konduktifitas Bahan	$5,8 \times 10^7$ S/m

Pada penelitian ini *patch* yang digunakan adalah bentuk *square* yang memiliki dimensi lebar (W), panjang (L), dimana syaratnya adalah W = L. Untuk mendapatkan dimensi panjang dan lebar *patch* antenna maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) [5].

$$W = L = \frac{C}{2f\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}} \dots\dots\dots (1)$$

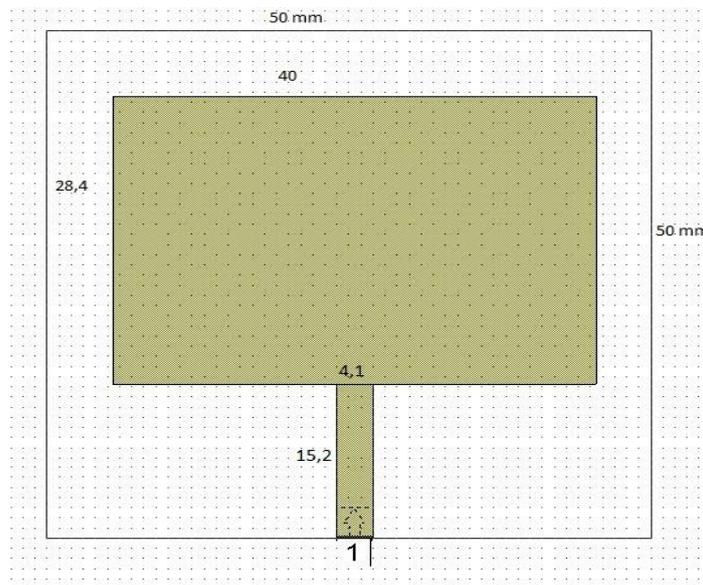
$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W}\right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta L = 0.412 \cdot h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \dots\dots\dots (3)$$

Pada penelitian ini saluran catu yang digunakan adalah *microstrip feed line* dengan nilai pencatu 50 Ohm untuk desain awal satu elemen peradiasi dan metode *truncated corner*. Untuk mendapatkan dimensi lebar saluran catu maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (4) dan (5) berikut ini [5].

$$WZ = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B-1) + \frac{\epsilon_r-1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots\dots\dots (4)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \dots\dots\dots (5)$$

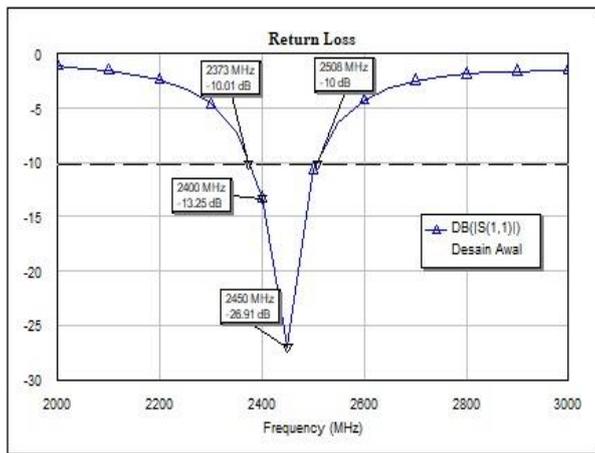


Gambar 2. Desain awal antenna

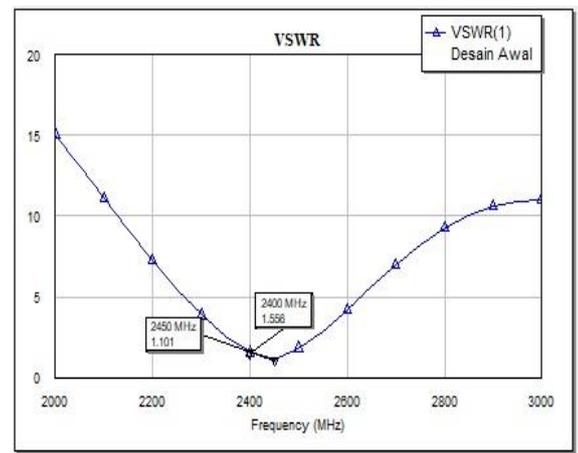
Patch desain awal antenna dapat dilihat pada gambar 2 dan dimensi keseluruhan antenna desain awal dapat dilihat pada tabel 2. Untuk hasil simulasi *return loss* dan VSWR dari antenna desain awal dapat dilihat pada gambar 3 dan 4 berikut ini.

Tabel 2. Hasil perancangan *patch* antenna desain awal

Dimensi	Hasil
Panjang <i>patch</i>	40 mm
Lebar <i>patch</i>	28,4 mm
Lebar saluran pencatu 50Ω	3 mm
Luas enclosure	50 mm x 50 mm



Gambar 3. Simulasi *Return Loss* antena desain awal

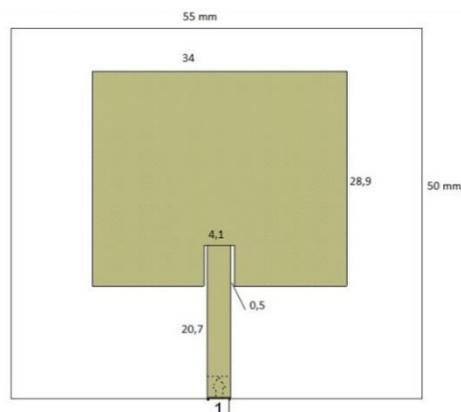


Gambar 4. Simulasi VSWR antena desain awal

Dari hasil simulasi pada gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa dimensi dengan enclosure 50 mm x 50 mm dan ukuran patch 40 mm x 28.4 mm menghasilkan nilai *return loss* -13,25 dB, *bandwidth* 135 MHz, dan VSWR 1,556.

3.2 Desain Antena *Inset*

Pencatuan *inset* merupakan turunan dari pencatuan *microstripline*. Bentuk pencatumannya hampir sama dengan pencatuan *microstrip line*, bedanya terlihat dari hubungan antara *patch* antena dan catuannya terlihat sedikit ke arah *patch* antena mikrostrip tersebut. Tujuan dari pemotongan *patch* membentuk pencatuan *inset* agar menyamakan impedansi *feed line* dengan *patch* tanpa penambahan elemen lain [6]. Perancangan antena mikrostrip dengan pencatuan *inset* ini mengacu pada penelitian sebelumnya [6]. Gambar perancangan antena mikrostrip *inset* dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.

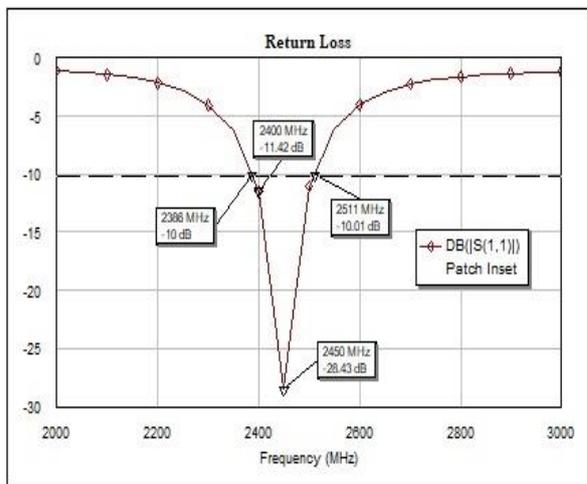


Gambar 5. Desain antena *inset*

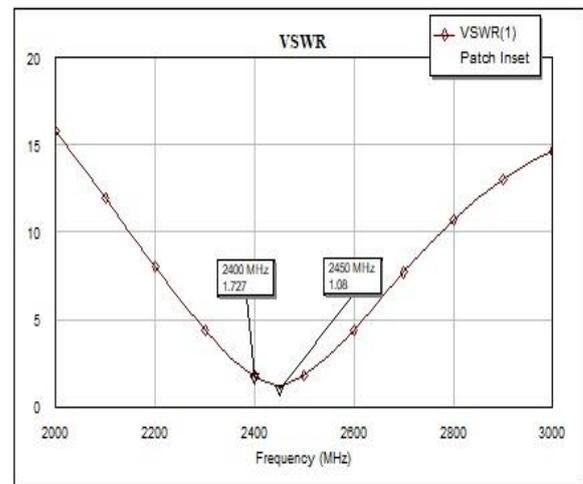
Dimensi keseluruhan dari antenna dengan pencatu *inset* dapat dilihat pada tabel 3. Untuk hasil simulasi *return loss* dan *VSWR* dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 berikut ini.

Tabel 3. Hasil perancangan antenna desain inset

Dimensi	Hasil
Panjang <i>patch</i>	34 mm
Lebar <i>patch</i>	28,9 mm
Lebar saluran pencatu 50Ω	3 mm
Luas <i>enclosure</i>	55 mm x 50 mm
Jarak <i>patch</i> dipotong	0,5 mm



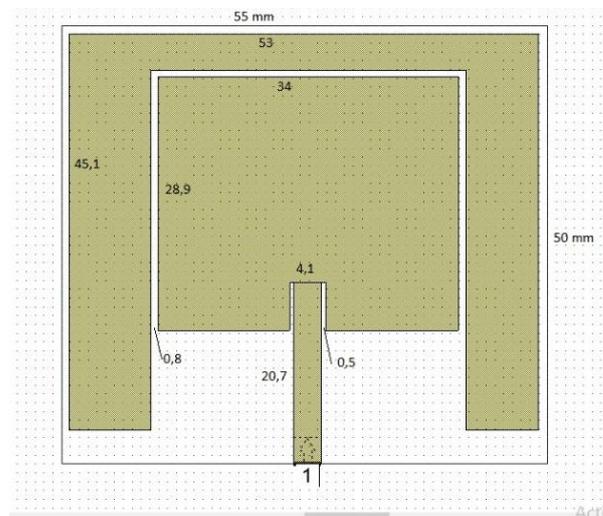
Gambar 6. Simulasi *Return Loss* desain *inset*



Gambar 7. Simulasi *VSWR* desain *inset*

3.3 Desain Antena Beban *Parasitic*

Dalam perancangan antenna mikrostrip dengan metode *parasitic* bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* pada antenna mikrostrip dimana antenna mikrostrip memiliki kelemahan pada *bandwidth* yang sempit [7]. Desain perancangan antenna mikrostrip *inset* dengan beban *parasitic* dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.

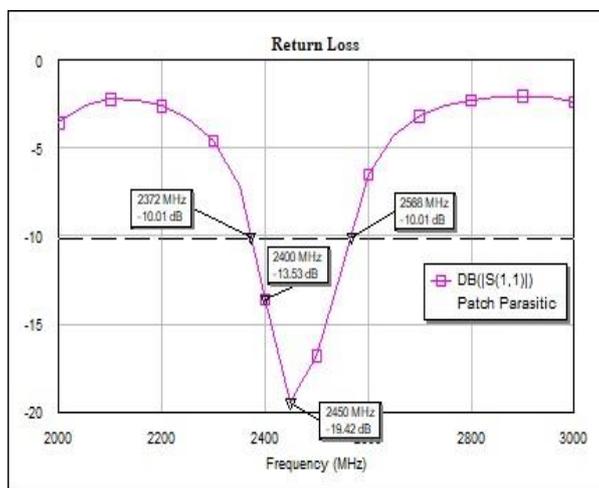
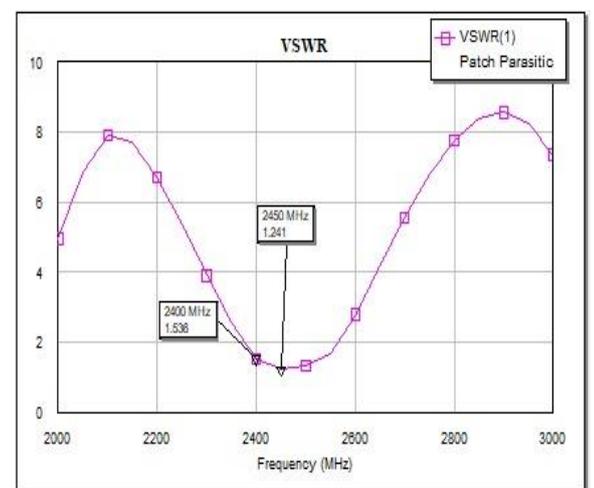


Gambar 8. Desain antenna beban *parasitic*

Dimensi dari antena mikrostrip pencatu *inset* dengan beban *parasitic* dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini. Untuk hasil simulasi *return loss* dan *VSWR* dapat dilihat pada gambar 9 dan 10 berikut ini.

Tabel 4. Hasil perancangan antena beban *parasitic*

Dimensi	Hasil
Panjang <i>patch</i>	34 mm
Lebar <i>patch</i>	28,9 mm
Lebar saluran pencatu 50 Ω	3 mm
Luas enclosure	55 mm x 50 mm
Jarak <i>patch</i> dipotong	0,5 mm
Jarak <i>patch parasitic</i>	0,8 mm

Gambar 9. Simulasi *Return Loss* desain *parasitic*Gambar 10. Simulasi *VSWR* desain *parasitic*

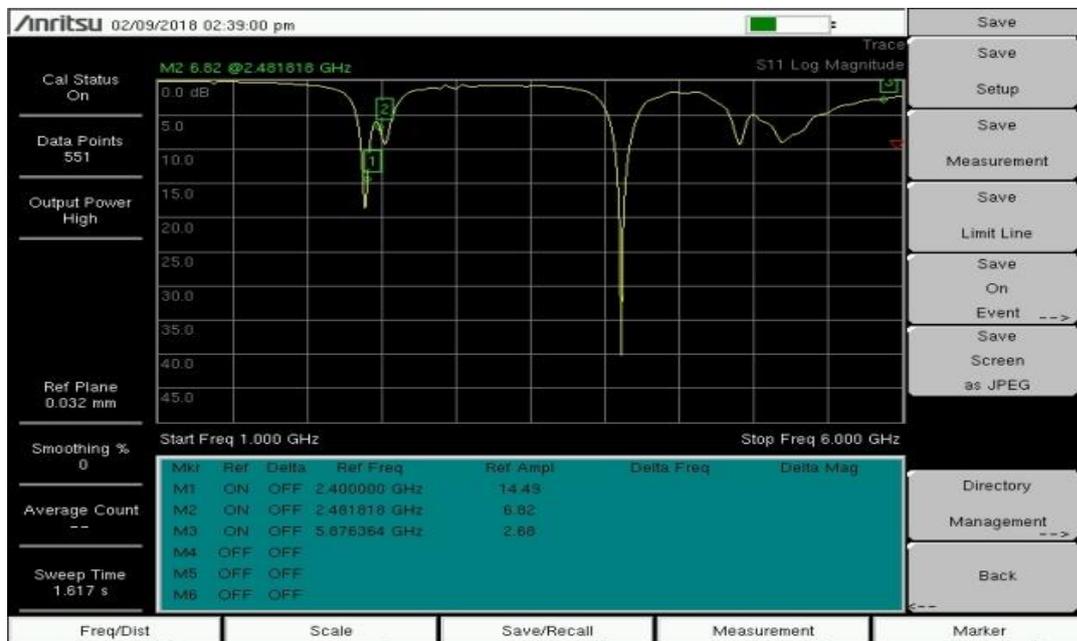
3.4 Hasil Fabrikasi

Setelah perancangan antena mikrostrip dan simulasi, dilanjutkan dengan fabrikasi antena yang telah dirancang. Hasil fabrikasi dari antena yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Hasil fabrikasi antena

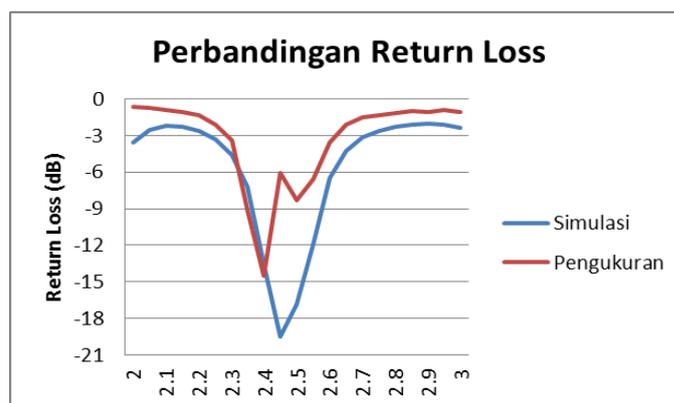
Langkah selanjutnya adalah pengukuran menggunakan *network analyzer*, yaitu dengan menghubungkan *port* antenna SMA female 50Ω kepada *port* kabel parameter scattering (S_{11}) yang ada pada *network analyzer*. Setelah itu dilakukan pengaturan secara *default*. Hasil pengukuran parameter S_{11} yang dilakukan di laboratorium (*measurement*) dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Grafik *return loss* dan *vswr* *network analyzer*

3.5 Perbandingan Hasil Fabrikasi dan Simulasi

Setelah melakukan proses pengukuran (*measurement*) dengan *network analyzer* terhadap kinerja antenna mikrostrip berupa nilai *return loss*, VSWR, serta besar *bandwidth* yang dihasilkan, tahapan selanjutnya adalah melakukan perbandingan antara hasil pengukuran dengan hasil simulasi. Perbandingan hasil pengukuran nilai *return loss* dengan hasil simulasi perancangan terdapat pada gambar 13 berikut ini.



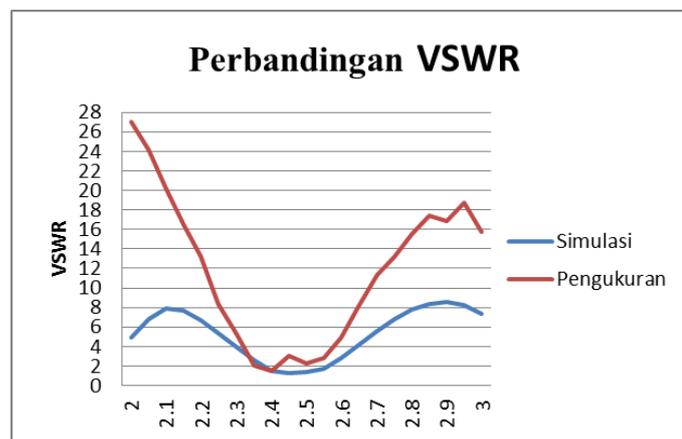
Gambar 13. Grafik *return loss* perbandingan pengukuran dan simulasi

Hasil perbandingan keseluruhan dari proses pengukuran dan simulasi dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Perbandingan *return loss* pengukuran dan simulasi

Pengukuran		Simulasi	
Frekuensi	Return Loss	Frekuensi	Return Loss
2.000	-0,643735	2.000	-3,56296
2.100	-0,859996	2.100	-2,20995
2.200	-1,322614	2.200	-2,60602
2.300	-3,360468	2.300	-4,56423
2.400	-14,49575	2.400	-13,5893
2.500	-8,284944	2.500	-16,8133
2.600	-3,551917	2.600	-6,52539
2.700	-1,531482	2.700	-3,16787
2.800	-1,120025	2.800	-2,24871
2.900	-1,032758	2.900	-2,03828
3.000	-1,106646	3.000	-2,37884

Pada gambar 14 berikut ini diperlihatkan perbandingan antara besar VSWR hasil simulasi dengan pengukuran (*measurement*).



Gambar 14. Grafik VSWR perbandingan pengukuran dan simulasi

Perbandingan nilai VSWR antara simulasi dengan pengukuran sesuai pada gambar 14 dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Perbandingan VSWR pengukuran dan simulasi

Pengukuran		Simulasi	
Frekuensi	VSWR	Frekuensi	VSWR
2.000	26,998	2.000	4,9438
2.100	20,216	2.100	7,9030
2.200	13,159	2.200	6,7159
2.300	5,2337	2.300	3,8932
2.400	1,4644	2.400	1,5290
2.500	2,2534	2.500	1,3373
2.600	4,9587	2.600	2,7862
2.700	11,372	2.700	5,5443
2.800	15,531	2.800	7,7683
2.900	16,840	2.900	8,5618
3.000	15,718	3.000	7,3482

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Telah berhasil dirancang antenna mikrostrip bentuk persegi panjang yang dioptimasi dengan menggunakan metode *inset* dan *parasitic*. Hasil simulasi yang diperoleh pada frekuensi kerja 2.400 MHz, yaitu untuk nilai *return loss* -13,53 dB dan VSWR sebesar 1,536 dengan *bandwidth* sebesar 196 MHz.
- b. Dari proses pengukuran antenna, diperoleh nilai *return loss* sebesar -14,49 dB dan VSWR sebesar 1,464 dengan *bandwidth* 64 MHz.
- c. Pada proses pengukuran terjadi peningkatan nilai *return loss* sebesar peningkatan sebesar 7 % dibanding dengan hasil simulasi, namun untuk *bandwidth* mengalami penurunan sebesar 5,55% jika dibandingkan dengan hasil simulasi.
- d. Dari hasil keseluruhan dapat dilihat bahwa metode *parasitic* belum berhasil meningkatkan nilai *bandwidth* ketika proses pengukuran. Hal ini disebabkan dari proses fabrikasi yang kurang teliti sehingga jarak antara beban *parasitic* dan antenna utama tidak sesuai sehingga peningkatan *bandwidth* tidak terjadi. Secara keseluruhan antenna masih dapat digunakan untuk aplikasi ISM *band* karena memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB dan VSWR ≤ 2 pada frekuensi kerja 2.400 MHz.
- e. Penggunaan beban *inset* berhasil meningkatkan nilai *return loss* antenna dari -13,53 dB menjadi -14,49 dB dan VSWR dari 1,536 menjadi 1,464 pada frekuensi kerja 2.400 MHz.

REFERENSI

- [1] Sikora, A., & Groza, V. F. (2005, May). Coexistence of IEEE802. 15.4 with other Systems in the 2.4 GHz-ISM-Band. In *Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2005. IMTC 2005. Proceedings of the IEEE* (Vol. 3, pp. 1786-1791). IEEE.
- [2] Alam, Syah. "Antena Mikrostrip Segitiga Dengan Parasitic Untuk Aplikasi Wireless Fidelity". *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO* 2.1 (2017): 25-37.
- [3] Rajesh Kumar, P.K Singhal. Ahmed A. Kishk. Kwai Man Luk. "Wideband Rectangular Microstrip Antenna With Directly Coupled And Two Gapcoupled Parasitic Patches". 2008. *International Journal of Engineering Science and Technology* 5.3 (2013): 649.
- [4] Khraisat, S.H, Yahya. 2012. *Design of 4 Elements Rectangular Microstrip Patch Antenna With High Gain for 2.4 GHz Applications*. *Jurnal Modern Applied Science*, Vol. 6, No. 1, pp. 68-74.
- [5] Indra Surjati. "Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya". Universitas Trisakti. 2010.
- [6] Pasaribu, Denny, dan Ali Hanafiah Rambe. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Pada Frekuensi 2,4 GHz Dengan Metode Pencatuan Insert." *Singuda ENSIKOM* 7.1 (2014): 30-35.
- [7] James, J.R . P.S. Hall. *Handbook of Microstrip Antennas*. IEE Electromagnetic Waves series 28.