

Jurnal ***Rekayasa Elektrika***

VOLUME 13 NOMOR 1

APRIL 2017

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Peripheral Slits Linear Array untuk Aplikasi Wi-Fi 18-26

Syah Alam, I Gusti Nyoman Yogi Wibisana, dan Indra Surjati

JRE	Vol. 13	No. 1	Hal 1–64	Banda Aceh, April 2017	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	----------	---------------------------	--------------------------------------

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Peripheral Slits Linear Array untuk Aplikasi Wi-Fi

Syah Alam¹, I Gusti Nyoman Yogi Wibisana¹, dan Indra Surjati²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

²Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Jl. Sunter Permai Raya, Sunter, Jakarta 14350

e-mail: alam_bizkit@yahoo.com

Abstrak—Jaringan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz dan menggunakan gelombang radio untuk pemancaran dan penerimaan data sinyal sehingga diperlukan antena sebagai transceiver gelombang tersebut. Antena Mikrostrip adalah jenis antena yang sedang berkembang dan banyak digunakan untuk perangkat telekomunikasi modern yang salah satunya adalah aplikasi berbasis Wi-Fi 2,4 GHz. Antena mikrostrip yang dirancang pada penelitian ini adalah 4 elemen patch persegi panjang dengan teknik *peripheral slits* disusun secara linear array 2x2 dan beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz sampai 2,5 GHz. Teknik pencatutan yang digunakan pada perancangan antena adalah saluran *microstrip*. Hasil rancangan susunan empat elemen *array peripheral slits* ternyata dapat mengurangi ukuran dimensi antena sampai sebesar 17% dibandingkan dengan empat elemen tanpa *peripheral slits*. Hasil simulasi *bandwidth* yang didapatkan pada empat elemen *peripheral slits* sebesar 320 MHz (2,253 GHz–2,573 GHz) dengan persentase *bandwidth* sebesar 13,07%. Hasil simulasi pada frekuensi tengah 2,448 GHz menghasilkan nilai *return loss* sebesar -26,14 dB dengan VSWR 1,104. Hasil pengukuran susunan empat elemen *peripheral slits* didapatkan *bandwidth* sebesar 150 MHz (2,424 GHz–2,574 GHz) dengan persentase *bandwidth* sebesar 6,12%. Hasil pengukuran pada frekuensi tengah 2,448 GHz didapatkan *return loss* sebesar -16,88 dB dengan VSWR 1,304.

Kata kunci: *Wireless Fidelity, peripheral slits, linear array, microstrip fed line*

Abstract—Wireless Fidelity (Wi-Fi) is the modern telecommunication technology nowadays being so widely used and developed at operating frequency of 2.4 GHz, that needs microstrip antenna as best suited supporting means for transmitting and receiving data signals as well at its wave transceiver subsystem. The proposed antenna design were consists of four elements rectangular patch antenna with peripheral slits technique arranged in a linear array of 2x2 operating at frequency of 2.4 GHz until 2.5 GHz. In addition to that, the feeding technique used in this research is microstrip fed line. The simulation from this research resulted in reducing the size of related antenna dimension up to 17% compared to that of four elements array without peripheral slits. It is also apparent that the bandwidth of the proposed antenna is 320 MHz (2.253 GHz–2.573 GHz) which is equivalent to bandwidth increase percentage of 13.07%. The simulation results in the center of frequency 2.448 GHz obtained return loss of -26.14 dB with a VSWR of 1.104. The measurement results obtained bandwidth of the proposed antenna is 150 MHz (2.424 GHz–2.574 GHz) which is equivalent to 12% increase of bandwidth percentage. The results of measurements process at the center of frequency 2.448 GHz obtained value of return loss of -16.88 dB with VSWR of 1.304.

Keywords: *Wireless Fidelity, peripheral slits, linear array, microstrip fed line*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

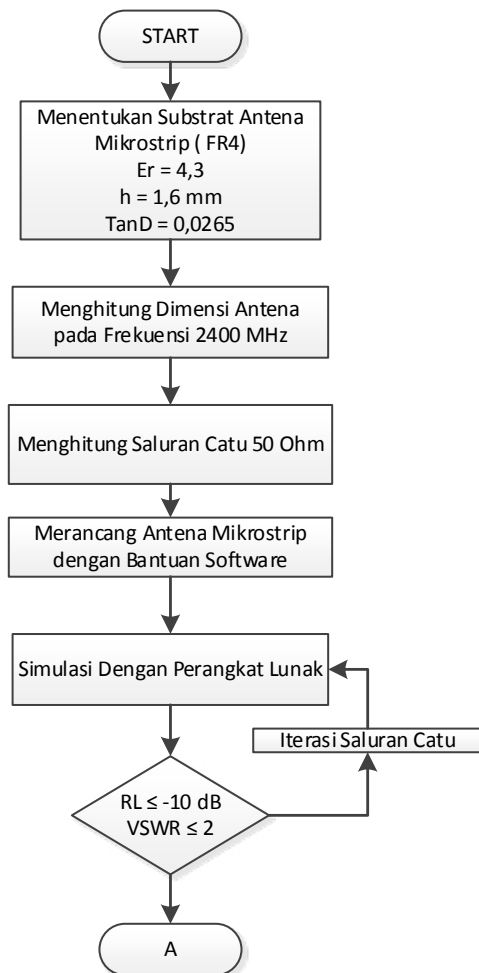
I. PENDAHULUAN

Salah satu perkembangan jaringan wireless yang populer saat ini adalah *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) karena kemudahan jaringan internet dimanapun oleh pengguna perangkat *mobile devices*. Jaringan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz dan menggunakan spektrum gelombang radio untuk pemancaran dan penerimaan sinyal. Sehingga diperlukan sebuah alat berupa antena untuk dapat menerima dan memancarkan gelombang radio tersebut. Dalam [1], beberapa alokasi frekuensi tersebut adalah : DCS berlaku pada pita frekuensi (1710-1885 MHz), PCS pada pita frekuensi

(1907.5–1912.5 MHz), UMTS pada pita frekuensi (1920-2170 MHz), WLAN 2.4 GHz pada pita frekuensi (2400-2483.5 MHz), dan LTE pada frekuensi 2.3 GHz.

Antena mikrostrip adalah antena yang banyak dikembangkan dan digunakan pada perangkat telekomunikasi modern salah satunya untuk jaringan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) karena memiliki kelebihan diantaranya bentuk yang sederhana dan mudah difabrikasi namun, memiliki kekurangan berupa *bandwidth* yang dihasilkan sempit dan keterbatasan dalam *gain* [2]. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [3] diperoleh nilai *gain* antena 4.16 dBi dengan menggunakan antena mikrostrip *rectangular array* 2x2 pada aplikasi Wi-Fi.

Sedangkan pada penelitian sebelumnya oleh [4] telah berhasil dirancang antena mikrostrip bentuk *circular array* 4 elemen untuk aplikasi Wi-Fi dengan nilai *gain* sebesar 6.21 dBi dan pada penelitian yang oleh [5] diperoleh nilai *gain* antena 5.05 dBi pada frekuensi kerja 2.4 GHz dengan menggunakan antena mikrostrip *array patch* segitiga dengan stub pada saluran pencatu. Teknik *peripheral slits* sudah banyak diteliti sebelumnya yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh [6] mampu menghasilkan antena mikrostrip dengan dimensi menjadi 10 cm x 10 cm x 10 cm untuk aplikasi *payload* satelit nano di frekuensi kerja 436.5 MHz dan pada penelitian oleh [7] dibuktikan bahwa teknik *peripheral slit* dapat mereduksi dimensi antena sebesar 51 %. Dari beberapa penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa teknik array mampu meningkatkan *gain* antena dan teknik *peripheral slits* mampu mereduksi dimensi antena. Teknik *peripheral slits* digunakan untuk dapat memperkecil dimensi dari antena sehingga diperoleh dimensi yang kompak dan mudah diterapkan dalam perangkat telekomunikasi seperti modem. Sedangkan untuk teknik array digunakan untuk meningkatkan nilai *gain* antena mikrostrip sehingga dapat memiliki penerimaan sinyal yang baik. Hal ini yang melatarbelakangi peneliti melakukan penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alir desain awal antena

II. METODE DAN PERANCANGAN

A. Metode Penelitian

Dalam 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 tangen* = 0,0265 sedangkan frekuensi kerja yang diharapkan dari antena yang dirancang adalah 2.4 GHz untuk aplikasi Wi-Fi. Tahapan selanjutnya adalah menentukan saluran catu 50 Ohm dan 70,7 Ohm yang akan digunakan pada perancangan antena mikrostrip *array*. Setelah diperoleh desain awal antena dilanjutkan dengan melakukan perancangan *peripheral slits* untuk mereduksi dimensi antena agar lebih kompak. Setelah diperoleh hasil *return loss* ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 maka dilanjutkan dengan merancang antena mikrostrip dengan teknik array untuk meningkatkan nilai *gain*. Diagram alir penelitian (*flowchart*) teknik *peripheral slit* pada antena *single patch* terdapat pada Gambar 2.

Setelah diperoleh desain antena yang sesuai dengan hasil simulasi yang sesuai dengan kriteria antena yang baik *return loss* ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 maka dilakukan proses fabrikasi antena mikrostrip yang nantinya akan dilakukan pengujian di laboratorium antena dan propagasi. Hasil pengujian nantinya akan dibandingkan dengan hasil simulasi agar dapat dilihat probabilitas kesalahannya.

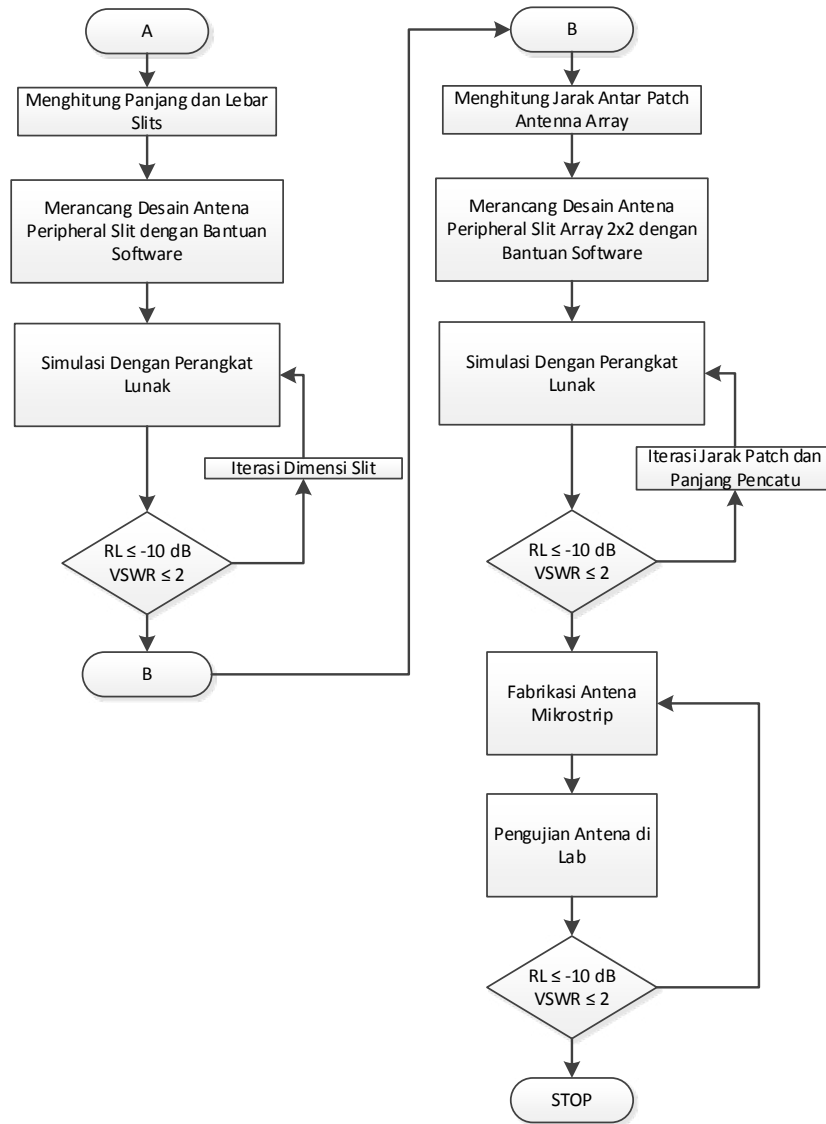
B. Perancangan Antena

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 tetapi memiliki kerugian yaitu memiliki konstanta dielektrik yang cukup besar sehingga dapat berpengaruh pada penurunan kinerja antena. Substrat FR4 (*Epoxy*) memiliki spesifikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Dalam penelitian ini *patch* yang digunakan adalah bentuk *rectangular* yang memiliki dimensi lebar (W) dan panjang (L) dimana syaratnya adalah $W > L$. Untuk mendapatkan dimensi lebar *patch* antena (W) maka

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
Dielectric Loss Tangent ($\tan \delta$)	0,0265
Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm
Konduktifitas Bahan	$5,8 \times 10^7$ S/m

Gambar 2. Diagram alir perancangan antenna *peripheral slit array*

dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (1). Sedangkan untuk mendapatkan dimensi panjang *patch* antenna mikrostrip dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (2), (3), (4), dan (5) berikut ini [8].

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

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

$$L_{eff} = \frac{C}{2f\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1} \quad (4)$$

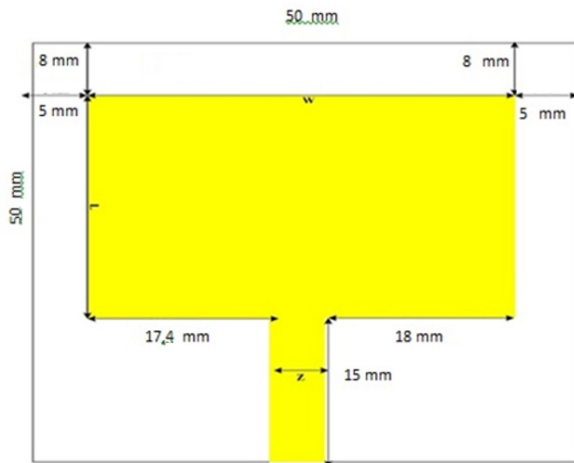
$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (5)$$

Dalam penelitian ini saluran satu yang digunakan adalah *microstrip feed line* dengan nilai pencatu 50 Ohm untuk desain awal satu elemen peradiasi sedangkan untuk desain antenna *array* menggunakan saluran satu 100 Ohm dan 70.7 Ohm. Untuk mendapatkan dimensi lebar saluran satu maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (6) dan (7) di bawah ini [8]:

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} [\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r}] \right\} \quad (6)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (7)$$

Setelah melakukan perhitungan berdasarkan persamaan matematis diatas maka diperoleh ukuran antenna mikrostrip



Gambar 3. Desain awal antenna satu elemen peradiasi

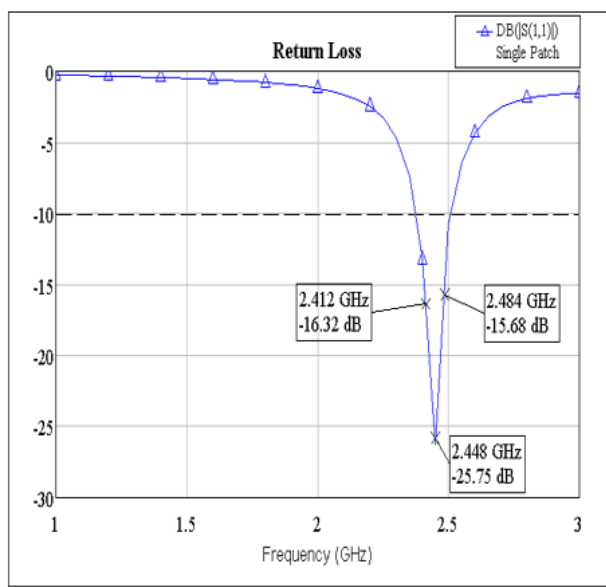
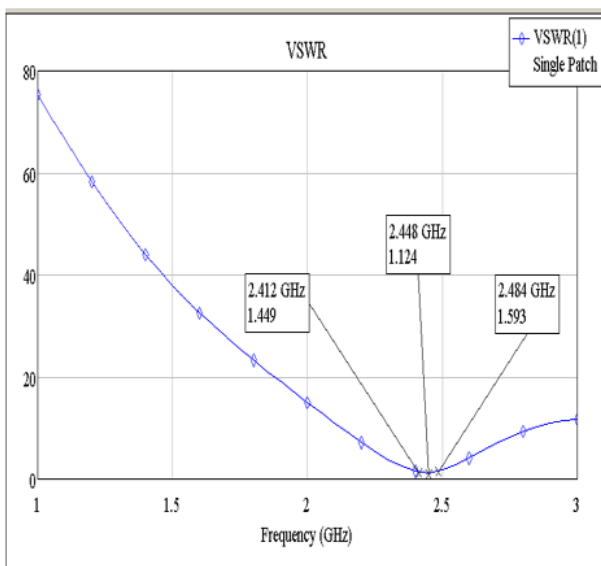
sebagai berikut: lebar *patch* (W) sebesar 38 mm, panjang *patch* (L) sebesar 30 mm. Lebar saluran pencatu yang diberi simbol dengan huruf (z) sebesar 3 mm. Setelah dilakukan iterasi dengan perangkat lunak diperoleh nilai terbaik pada saat lebar *patch* (W) sebesar 39 mm, panjang *patch* (L) sebesar 29 mm. Hasil rancangan satu elemen peradiasi (*patch*) antenna mikrostrip seperti terlihat pada Gambar 3 berikut ini, sedangkan untuk hasil simulasi parameter antenna desain awal satu elemen peradiasi dapat dilihat pada Gambar 4a dan 4b.

Teknik *peripheral slits* ini memiliki ukuran lebar *slits* (w_s) dan panjang *slits* (l_s) yang sama antara satu dengan yang lainnya. Pada umumnya untuk lebar *slits* (w_s) berkisar antara 1 mm–6 mm, sedangkan untuk panjang *slits* (l_s) dapat menggunakan Persamaan (8)[9].

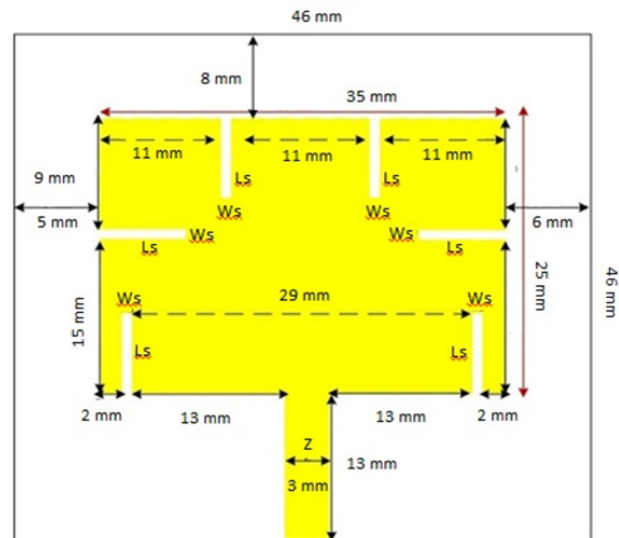
$$l_s = 0,15 \times L. \quad (8)$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (8) diperoleh nilai panjang slit (l_s) sebesar 4 mm. Desain antenna *peripheral slits* dengan 6 buah slit dapat dilihat pada Gambar 5.

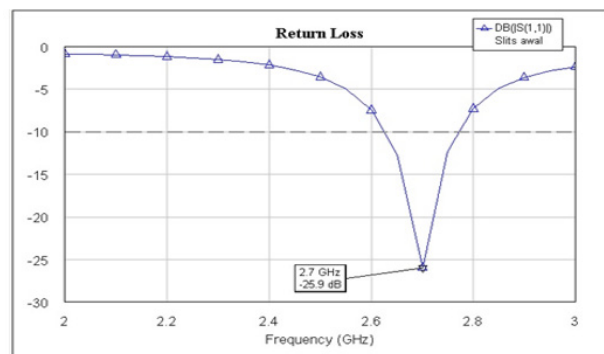
Dengan menambahkan 6 buah *slits* dengan lebar *slits* (w_s) 1 mm dan panjang *slits* (l_s) 4 mm pada desain awal maka ukuran dimensi antenna dapat direduksi sebesar 8% dari ukuran sebelumnya 50 mm x 50 mm menjadi 46 mm



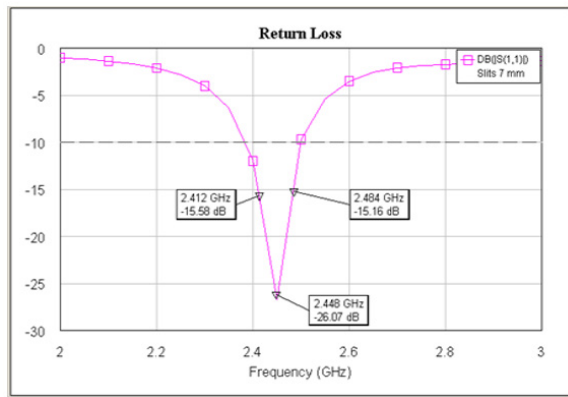
Gambar 4. (a) dan (b) Simulasi return loss dan VSWR desain antenna awal



Gambar 5. Desain awal dengan 6 *slits*



Gambar 6. Simulasi *return loss* panjang slit 6mm

Gambar 7. Simulasi *return loss* panjang slit 8mm

x 46 mm akan tetapi terdapat perubahan pada frekuensi kerja antenna menjadi 2.7 GHz dengan nilai *return loss* -25.90 dB seperti terlihat pada Gambar 6.

Untuk mendapatkan frekuensi kerja 2.448 GHz maka dilakukan proses iterasi terhadap panjang slits antenna mikrostrip sehingga dilakukan penambahan ukuran panjang slit menjadi 8 mm. Adapun hasil simulasi parameter antenna dari proses iterasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 7.

Untuk mendapatkan dimensi yang lebih kecil maka dilakukan penambahan *slit* pada antenna mikrostrip dari 6 *slit*, 8 *slit*, dan 10 *slit*. Adapun hasil perbandingan tiap penambahan *slit* dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil desain terkecil diperoleh pada jumlah *slits* 10 dengan panjang *slits* 8 mm dengan ukuran *enclosure* 38 mm x 38 mm dan *patch* 32 mm x 32 mm dengan nilai *return loss* -19,15 dB dengan VSWR 1,261 pada frekuensi 2.448 MHz.

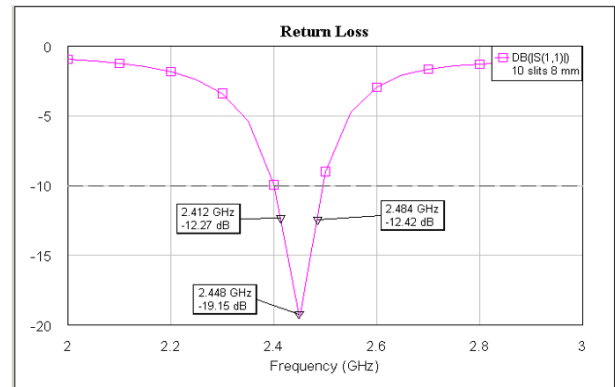
Setelah diperoleh desain antenna *peripheral slits* satu elemen maka dilakukan perancangan antenna *peripheral slits* dengan teknik array 2x2. Untuk memperoleh jarak antar elemen peradiasi dan panjang antar sisi elemen

Tabel 2. Perbandingan awal dengan iterasi pertama dan kedua

Iterasi	Enclosure	Patch	Jumlah Slits	Panjang Slits	Return loss
Sebelum	46 mm x 46 mm	35 mm x 25 mm	6	8 mm	-26,07 dB
Pertama	45 mm x 45 mm	34 mm x 24 mm	8	8 mm	-18,88 dB
Kedua	38 mm x 38 mm	32 mm x 22 mm	10	8 mm	-19,05 dB

Tabel 3. Hasil iterasi antenna mikrostrip array 4x1 *peripheral slits*

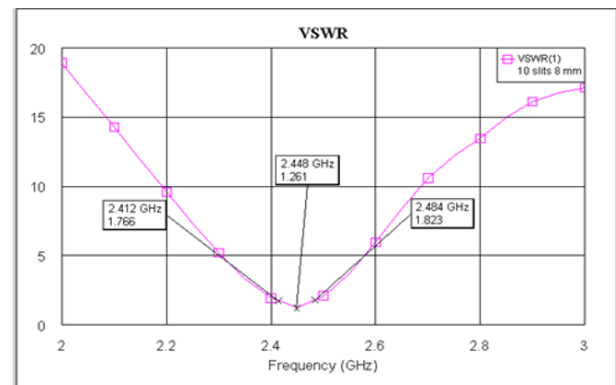
Iterasi	X1	X2	X3	X4	Return loss	VSWR
Pertama	9 mm	22 mm	24 mm	37 mm	-19.87 dB	1.228
Kedua	14 mm	17 mm	10 mm	51 mm	-25.95 dB	1.108
Ketiga	18 mm	13 mm	6 mm	55 mm	-26.14 dB	1.104

Gambar 8. Simulasi *return loss* hasil iterasi 10 slit peradiasi antenna pada teknik *array* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (9) dan (10) di bawah ini [9].

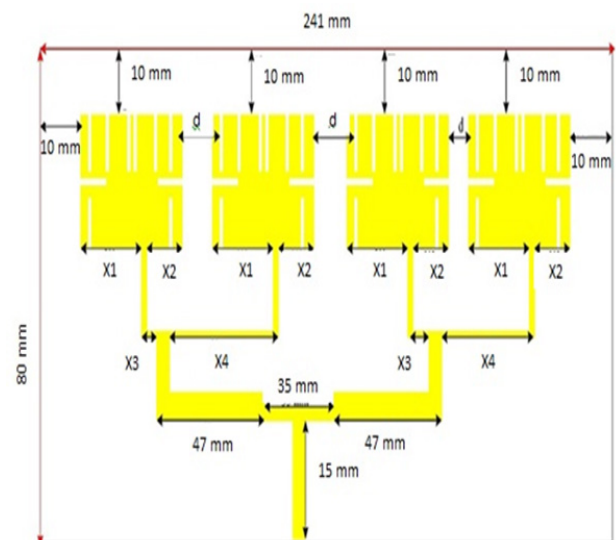
$$l_s = 0,15 \times L. \quad (9)$$

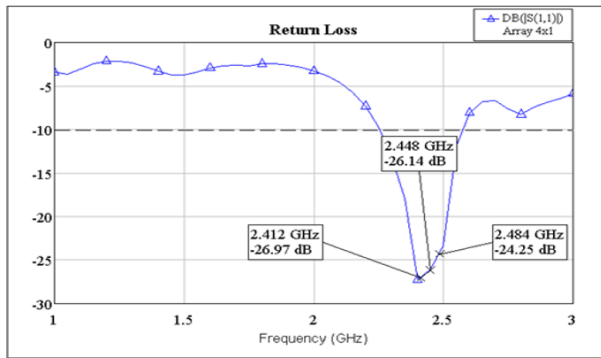
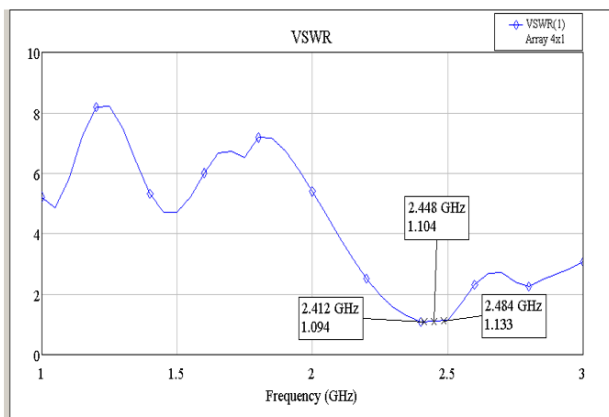
$$d_{\text{susun}} = d - L. \quad (10)$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (9) dan (10) diperoleh nilai jarak antar elemen



Gambar 9. Simulasi VSWR hasil iterasi 10 slits

Gambar 10. Desain awal antenna mikrostrip 2x2 *array peripheral slits*

Gambar 11. Simulasi *return loss* hasil iterasi terbaikGambar 12. Simulasi *return loss* hasil iterasi terbaik

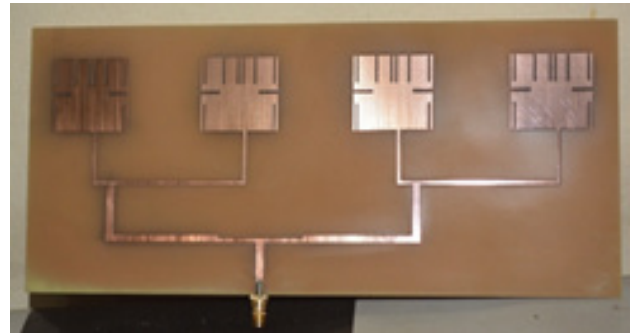
Tabel 4. Perbandingan dimensi sebelum dan sesuai diberikan beban slits

Enclosure antenna peripheral slits	Dimensi patch antenna peripheral slits	Enclosure antenna tanpa slits	Dimensi patch antenna tanpa slits
(241 x 80) mm	(32 x 22) mm	(269 x 87) mm	(39 x 29) mm

(d) sebesar 62,5 mm dan panjang antar sisi elemen peradiasi (d_{susun}) sebesar 31 mm. Sedangkan dengan menggunakan persamaan (6) dan (7) diperoleh dimensi lebar saluran catu untuk impedansi 100 Ohm sebesar 0.072 mm dibulatkan menjadi 1 mm dan impedansi 70.7 Ohm sebesar 1.6 mm dibulatkan menjadi 2 mm. Desain antena mikrostrip *peripheral slits* array 2x2 dapat dilihat pada Gambar 10.

Untuk mendapatkan hasil simulasi parameter antena yang terbaik maka dilakukan proses iterasi dengan melakukan perubahan dimensi X1, X2, X3 dan X4. Hasil simulasi dari proses masing-masing iterasi dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan grafik simulasi *return loss* dan VSWR iterasi terbaik dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.

Dari hasil simulasi diatas dapat dilihat bahwa nilai simulasi terbaik diperoleh pada saat iterasi ketiga yaitu pada saat X1 = 18 mm, X2 = 13 mm, X3 = 6 mm dan X4 = 55 mm dengan $d = 31$ mm. Nilai *return loss* yang diperoleh adalah -26.14 dB dengan VSWR 1.104 pada frekuensi kerja 2.448 GHz. Desain ini yang akan difabrikasi dan diukur di laboratorium antena dan propagasi untuk melihat kinerja dan performansinya. Pemberian beban *peripheral*



Gambar 13. Antena mikrostrip hasil fabrikasi tampak depan



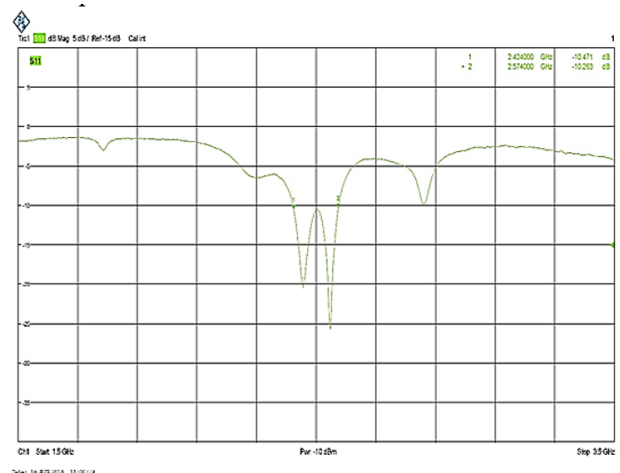
Gambar 14. Antena mikrostrip hasil fabrikasi tampak belakang

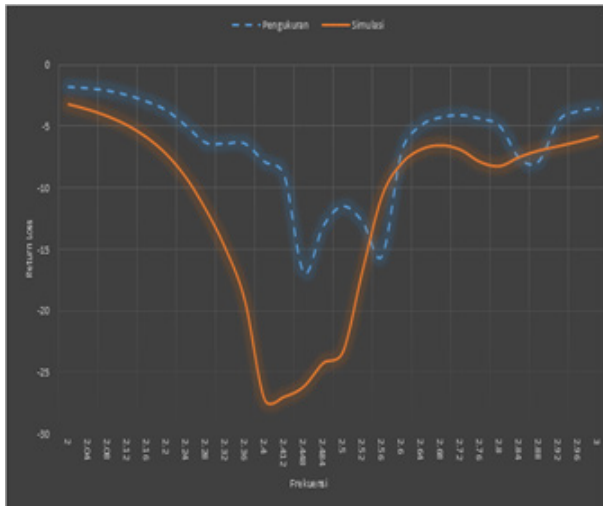
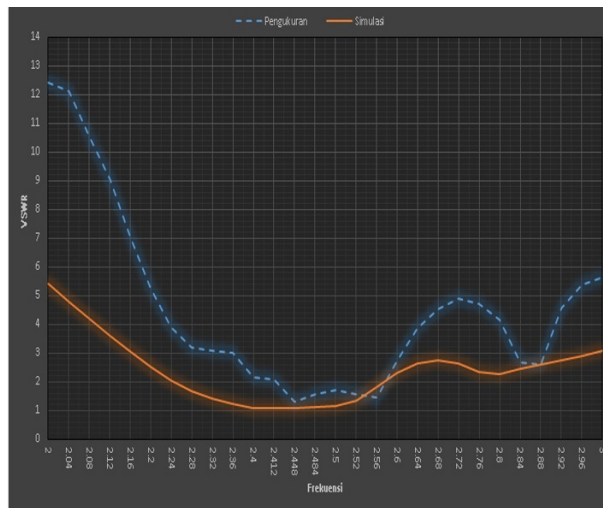
slit mampu mereduksi dimensi *patch* antena sebesar 37.75 % dan *enclosure* antena sebesar 17.61 %. Perbandingan dimensi antena empat elemen array *peripheral slits* dengan tanpa *slits* dapat dilihat pada Tabel 4.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses perancangan dan simulasi maka tahapan selanjutnya adalah melakukan proses fabrikasi antena yang sudah dirancang. Adapun hasil fabrikasi dari antena mikrostrip yang sudah dirancang dan disimulasikan dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.

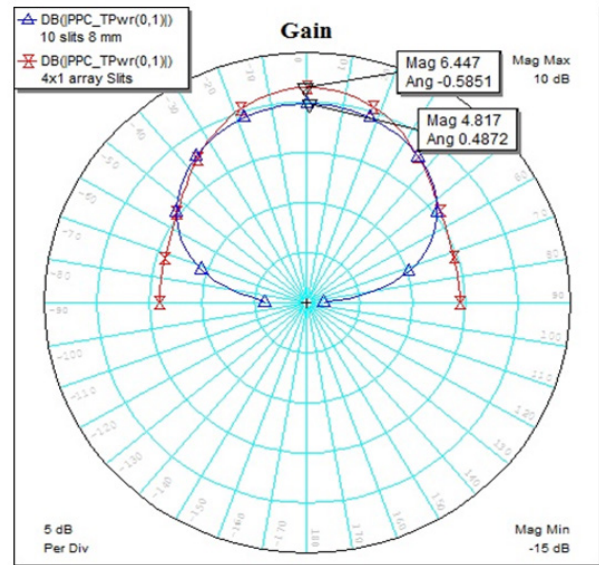
Dalam penelitian ini pengukuran yang dilakukan hanya untuk parameter *return loss* dan VSWR saja. Untuk *gain* hanya dilakukan simulasi dikarenakan keterbatasan peralatan di laboratorium antena dan propagasi. Adapun hasil pengukuran *return loss* dan VSWR yang telah

Gambar 15. Hasil pengukuran *return loss*

Gambar 17. Grafik perbandingan *return loss*

Gambar 18. Grafik perbandingan VSWR

6.95 % dari nilai yang diperoleh dari proses simulasi. Namun secara keseluruhan antena yang dirancang dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja 2.448 GHz dengan nilai *return loss* -16.888 dB dan VSWR 1.304 pada saat proses pengukuran. Pergeseran nilai parameter antena tersebut dikarenakan antena yang difabrikasi mengalami pergeseran letak saluran pencatu atau panjang saluran pencatu beberapa millimeter sehingga nilai yang ditampilkan tidak sesuai dengan yang telah disimulasikan. Faktor kedua adalah keadaan pada *port* masukan yang tidak sesuai dengan *port network analyzer* tidak 100% bernilai 50Ω pada saluran transmisi antena sehingga banyak daya yang dipantulkan kembali (*reflected*) yang menyebabkan pergeseran (*missmatch*) nilai *return loss*. Faktor ketiga adalah, terjadinya pergeseran nilai frekuensi diakibatkan dari proses penyolderan konektor SMA yang kurang sempurna sehingga menimbulkan *loss* yang besar. Penggunaan substrat FR 4 dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4.3 yang besar juga mempengaruhi kualitas dari antena hasil fabrikasi. Nilai konstanta dielektrik yang cukup besar dapat berpengaruh pada penurunan kinerja

Gambar 19. Grafik perbandingan simulasi *gain*

antena. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian nilai penguatan antena melalui proses simulasi dan iterasi. Setelah dilakukan teknik array terjadi peningkatan *gain* dari 4.87 dBi menjadi 6.44 dBi pada frekuensi 2.448 GHz di sudut 0°. Untuk hasil simulasi *gain* antena pada tiap pergeseran sudut dapat dilihat pada Gambar 19.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisa pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perancangan antena mikrostrip 4 elemen dengan *peripheral slits* menghasilkan nilai *return loss* sebesar -26.141 dB dengan VSWR sebesar 1.104 untuk frekuensi tengah 2.448 GHz.
2. Hasil perancangan antena mikrostrip 4 elemen *array* dengan *peripheral slits* berhasil mereduksi ukuran *enclosure* antena sebesar 17.61 % dan *patch* antena mikrostrip sebesar 37.75 %
3. Hasil Pengukuran antena mikrostrip 4 elemen dengan *peripheral slits* menghasilkan nilai *return loss* sebesar -16.888 dB dan VSWR sebesar 1.304 pada frekuensi tengah 2.448 GHz.
4. Hasil Pengukuran antena mikrostrip 4 elemen dengan *peripheral slits* memiliki nilai pergeseran *return loss* pada frekuensi kerja 2.448 GHz sebesar 35.39 % lebih kecil dari hasil simulasi. Hal ini dikarenakan antena yang difabrikasi mengalami pergeseran letak saluran pencatu atau panjang saluran pencatu beberapa millimeter sehingga nilai yang ditampilkan tidak sesuai dengan yang telah disimulasikan selain itu keadaan pada *port* masukan yang tidak sesuai dengan *port network analyzer* tidak 100% bernilai 50Ω pada saluran transmisi antena sehingga banyak daya yang dipantulkan kembali (*reflected*) yang menyebabkan pergeseran (*missmatch*) nilai *return loss*.

5. Hasil perancangan antenna berhasil meningkatkan nilai *gain* antenna. Dari hasil simulasi *gain* diperoleh nilai penguatan antenna pada frekuensi 2.448 GHz yaitu 6.44 dBi mengalami peningkatan 32.23 % dari nilai penguatan sebelum diberikan teknik *array*.

REFERENSI

- [1] DITJEN POSTEL, "Penataan Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel," Jakarta, 2006.
- [2] Indra Surjati, "Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya," Jakarta, Universitas Trisakti, 2010.
- [3] Eka Wahyudi, Sigit Pramono, Mela Yuniati, "Perancangan Antena Mikrostrip Rektangular 2 Array pada Aplikasi Wi-Fi," *Science Engineering Nasional Seminar 1*, Agustus 2015, Semarang, pp. 150-154.
- [4] Erfan Achmad Dahlan, Dwi Fadila K, Robie Tawakal, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Circular Array Four Element 2,4 GHz dengan Pola Radiasi Bidirectional," *Jurnal EECCIS*, Vol. II, No. 1, pp. 44 – 49, Juni 2008.
- [5] Eden Herdani, Ali Hanafiah Rambe, "Perancangan Antena Mikrostrip Array Patch Segitiga Dual- Band (2,4 GHz dan 3,3 GHz) dengan Stub pada Saluran Pencatu," *Jurnal Singuda Ensi-kom*, Vol.11 No.30, pp. 82 – 87, Mei 2015.
- [6] Alan Sujadi, Eko Setijadi, dan Gamantyo Hendratoro, "Desain Antena Mikrostrip dengan Tapered Peripheral slits Untuk Payload Satelit Nano Pada Frekuensi 436,5 MHz," *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6, 2012.
- [7] C. Liu, S. Xiao, Y.X. Guo, Y.-Y. Bai, M.-C. Tang and B.-Z. Wang, "Compact Circularly-Polarised Microstrip Antenna with Symmetric-Slit," *IET Journal ELECTRONICS LETTERS*, Vol. 48 No. 4, pp 195-196, Feb. 2012.
- [8] Syah Alam, "Perancangan Antena Mikrostrip Peripheral slits Untuk Aplikasi TV Digital," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, Vol.5 No.18, 2016.
- [9] Notis, T. Dimitris, Phaedra C. Liakou and Dimitris P. Chrissoulidis, "Dual Polarized Microstrip Patch Antenna, Reduced in Size by Use of Peripheral slits," *Microwave Conference 34th European* Vol.1, Amsterdam, Netherland.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

