

Jurnal ***Rekayasa Elektrika***

VOLUME 13 NOMOR 1

APRIL 2017

Polarisasi Melingkar Antena Mikrostrip E Shaped dengan Pencatu Electromagnetic Coupling 35-41

Indra Surjati, Syah Alam, dan Saut Hotman

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

Polarisasi Melingkar Antena Mikrostrip E Shaped dengan Pencatu Electromagnetic Coupling

Indra Surjati, Syah Alam, dan Saut Hotman
Magister Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti
Jl. Kyai Tapa No.1, Grogol, Jakarta 11440
e-mail: indra@trisakti.ac.id

Abstrak—Pada penelitian ini dirancang dan dipabrikasi antena mikrostrip dengan polarisasi melingkar yang dicatu secara electromagnetic coupling dengan pencatu proximity coupling untuk aplikasi *Wireless Fidelity* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Untuk dapat menghasilkan polarisasi yang melingkar pada antena yang dirancang, maka dibuat tiga buah celah dan dengan tiga celah tersebut dapat menghasilkan *patch* antena berbentuk *E*. Saluran pencatu *proximity coupling* digunakan dengan tujuan untuk memperlebar *bandwidth* dari antena. Pada penelitian ini digunakan dua buah substrat, yaitu *patch* antena berbentuk *E* diletakkan di substrat bagian atas sedangkan saluran pencatu *proximity coupling* berada pada substrat bagian bawah. Adapun jenis substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah FR4 Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik relatif (r) = 4,4 dan ketebalan (h) = 1,6 mm. Dengan mengatur lebar dan panjang dari celah *patch* berbentuk *E*, maka dihasilkan polarisasi melingkar dengan hasil simulasi axial ratio 2,58 dB, nilai *return loss* -19,98 dB, VSWR 1,223 dan *bandwidth* 151,3 MHz. Sedangkan hasil pengukuran yang dilakukan menghasilkan nilai *return loss* sebesar -22,12 dB, VSWR 1,16 dengan *bandwidth* 153,2 MHz. Hasil pengukuran polarisasi menghasilkan nilai *Half Power Beamwidth* sebesar 58°.

Kata kunci: *patch antena berbentuk E, patch persegi panjang, saluran proximity coupling, electromagnetic coupling*

Abstract—This paper proposed a new design of circular polarization *E* shaped patch microstrip antenna fed by proximity coupling for *Wireless Fidelity* applications at operating frequency of 2.4 GHz. To generate circular polarization in the proposed antenna, the next steps is making three slits on the patch antenna and with this embedded three slits produces antenna *E* shaped. Besides that, the proximity coupling fed line is used to increase the bandwidth of the proposed antenna. In this research the patch *E* shaped was put on the first substrate layer while the proximity coupling feeder was put on the second substrate layer. The substrate material used in this research is one of the two layers FR 4 Epoxy with relative dielectric constant (r) of 4.4 and thickness (h) of 1.6 mm. The circular polarization can be achieved by adjusting the width and length of the *E* shaped antenna. The simulation of this research gave some important antenna parameters such as axial ratio value of 2.58 dB, return loss of -19.98 dB, VSWR of 1.223 and bandwidth of 151.3 MHz. Finally, its measurement results gave also some related comparative data such as return loss of -22.12 dB, VSWR of 1.16, bandwidth of 153.2 MHz, and Half Power Beamwidth of 58°.

Keywords: *patch E shape, patch rectangular, proximity coupling, electromagnetic coupling*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi terutama untuk akses internet, dimana kebutuhan internet didalam akses informasi sudah menjadi kebutuhan primer baik di bidang pendidikan, bisnis dan hiburan. Untuk akses internet sekarang ini menggunakan kabel dan *wireless*, dimana dengan menggunakan *wireless* pengguna internet akan lebih praktis dan tidak perlu untuk menarik kabel jaringan cukup dengan membuka *laptop* atau *handphone* bisa langsung mengakses internet. Pada saat ini di sekolah, kantor, hotel dan restoran biasanya sudah dilengkapi dengan fasilitas *Wireless Fidelity* (Wi-Fi).

Antena merupakan perangkat yang turut menentukan efisiensi dari perangkat Wi-Fi tersebut. Untuk mendukung

perangkat tersebut agar tetap efisien, dibutuhkan suatu antena yang memiliki ukuran kecil, ringan dan proses pabrikan yang mudah. Salah satu jenis antena yang memiliki karakteristik untuk mendukung perangkat Wi-Fi ini adalah antena mikrostrip.

Antena mikrostrip masih merupakan salah satu topik yang menarik di dalam berbagai aplikasi gelombang mikro, baik di bidang akademis, industri, maupun penelitian. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip tersebut mempunyai bentuk yang sederhana, efisien, ekonomis, dan mudah pembuatannya.

Dalam melakukan perancangan antena mikrostrip, dikenal beberapa macam bentuk antena mikrostrip, seperti: bentuk segiempat, lingkaran, cincin, dan segitiga sama sisi. Bentuk segiempat dan lingkaran merupakan

bentuk antenna mikrostrip yang paling banyak digunakan karena bentuknya yang sangat sederhana. Sedangkan bentuk lain yang digunakan dalam perancangan adalah bentuk *E shaped*, yang merupakan modifikasi dari bentuk segiempat.

Pada dasarnya saluran pencatu untuk antenna mikrostrip dapat dibagi menjadi 2, yaitu pencatutan secara langsung atau *direct coupling* dan pencatutan secara tidak langsung atau *electromagnetic coupling* [1]. Pencatutan secara langsung sangat sederhana dalam teknik pencatutannya, dimana *patch antenna* dan konektor dihubungkan secara langsung dengan melakukan penyolderan pada bidang pentanahannya (*ground*) [1]. Sedangkan pada teknik pencatutan secara tidak langsung, tidak ada kontak langsung antara saluran transmisi dengan elemen peradiasinya. Pada prinsipnya ada dua teknik pengkopelan yang biasanya digunakan pada pencatutan ini, yaitu *proximity coupling* dan *aperture coupling*[1].

Pada pencatutan *proximity coupling* terdapat dua buah substrat, dimana *patch* di atas pada substrat bagian atas dengan bidang pentanahannya dihilangkan seluruhnya dan saluran mikrostrip di atas pada substrat bagian bawah dan tetap memiliki bidang pentanahan.

Ada beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan bentuk *E shaped* yang dicatu dengan pencatutan langsung seperti *probe feed* atau *coaxial feed* [2]-[5]. Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh [6] dan [7] menggunakan bentuk *E shaped* yang ditambahkan slot dan dicatu dengan *probe feed* dan *coaxial feed*. Penelitian dengan menggunakan pencatu *proximity coupled* telah dilakukan oleh [8]-[11] dengan bentuk *patch rectangular*.

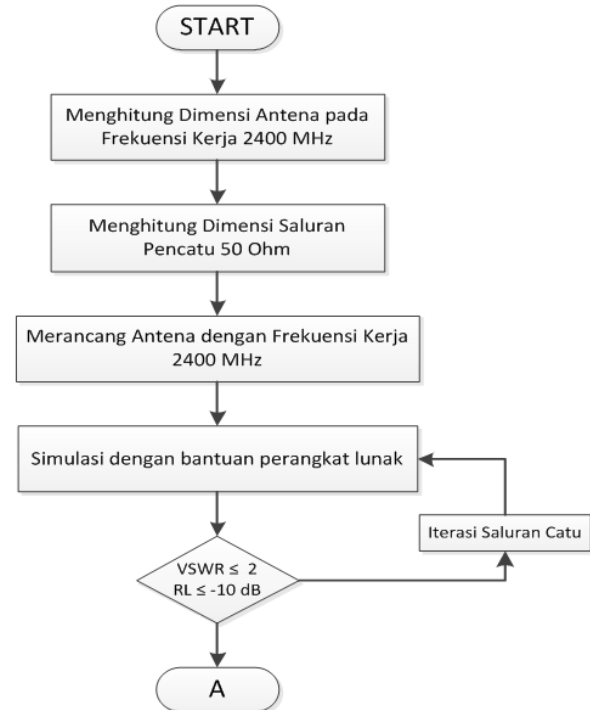
Pada penelitian ini akan dirancang dan dipabrikasi antenna mikrostrip bentuk *E shaped* dengan polarisasi melingkar yang dicatu secara *proximity coupled* untuk aplikasi *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) pada frekuensi 2,4 GHz.

Untuk menghasilkan polarisasi melingkar pada antenna dapat diberikan sedikit gangguan, antara lain pemberian slot, stub, atau memotong sedikit disain dari *patch*. Pada penelitian ini untuk menghasilkan polarisasi melingkar dilakukan pemotongan dari bentuk segiempat menjadi bentuk *E shaped*. Sedangkan teknik pencatu *proximity coupling* dilakukan untuk meningkatkan nilai *bandwidth* dari antenna.

II. METODE DAN PERANCANGAN ANTENA

A. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan penelitian untuk memperoleh desain dan dimensi dari antenna. Tahapan pertama adalah menentukan frekuensi kerja dan substrat yang akan digunakan. Pada penelitian ini substrat yang digunakan untuk layer atas dan bawah adalah jenis FR4 Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,4, ketebalan substrat (h) = 1,6 mm dan *loss tangent* ($\tan \delta$) = 0,0265. Untuk frekuensi kerja dari antenna rancangan adalah 2,4 GHz untuk aplikasi Wi-Fi. Tahapan kedua



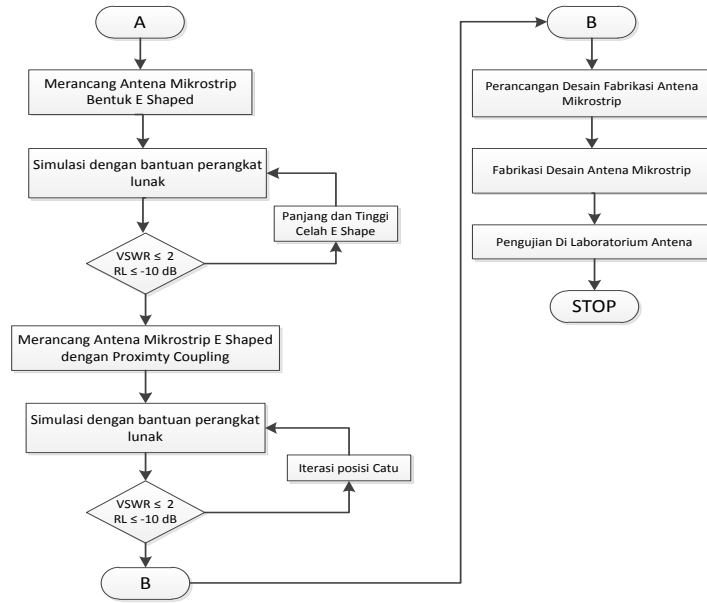
Gambar 1. Diagram alir desain awal antenna

adalah merancang saluran pencatu tidak langsung dengan impedansi 50 Ohm. Tahapan ketiga adalah mendesain antenna bentuk *rectangular* yang dicatu dengan pencatu *proximity coupling* dengan impedansi masukan 50 Ohm. Proses tahapan pertama sampai ketiga seperti terlihat pada Gambar 1. Selanjutnya setelah diperoleh desain awal antenna, dilanjutkan dengan tahapan keempat, yaitu melakukan pemberian beban berupa celah pada sisi salah satu *patch* antenna dan iterasi lebar dan tinggi celah pada *patch* antenna desain awal untuk memperoleh dimensi antenna *E shaped* agar dapat menghasilkan polarisasi melingkar dengan nilai *axial ratio* ≤ 3 dB. Sedangkan tahapan kelima yaitu melakukan perancangan dan iterasi saluran pencatu *proximity coupling* yang ditempatkan di layer bagian bawah yang akan dihubungkan dengan SMA konektor sedangkan *patch* antenna *E Shaped* di layer bagian atas sebagai elemen peradiasi. Teknik *proximity coupling* diberikan untuk meningkatkan nilai *bandwidth* dari antenna yang dirancang yang bekerja untuk aplikasi Wi-Fi pada frekuensi 2,4 GHz.

Setelah diperoleh dimensi antenna yang sesuai dengan kriteria yang terbaik, yaitu *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 dan *axial ratio* ≤ 3 dB maka dilakukan proses pabrikan antenna yang selanjutnya di uji di laboratorium antenna dan propagasi. Hasil pengujian nantinya akan dibandingkan dengan hasil simulasi yang telah diperoleh sehingga dapat dianalisa dari kinerjanya. Tahapan keempat sampai kelima seperti terlihat pada Gambar 2.

B. Perancangan Antena

Perancangan antenna dimulai dengan menentukan frekuensi kerja pada 2,4 GHz dan substrat yang digunakan



Gambar 2. Diagram alir perancangan antena E shape dengan pencatu proximity coupling

mempunyai spesifikasi sebagai berikut: konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) = 4,4; *dielectric loss tangent* ($\tan$) = 0,0265 dan ketebalan substrat (h) = 1,6 mm. Pada perancangan ini digunakan 2 buah substrat, dimana substrat bagian atas untuk *patch E shaped* dan substrat bagian bawah untuk pencatu *proximity coupling*.

Dimensi *patch* untuk elemen antena mikrostrip *E shaped* menggunakan dasar elemen *patch* persegi atau *rectangular*, dengan persamaan berikut ini.

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

$$L_{eff} = \frac{C}{2f_o \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_{r+1}}{2} + \frac{\epsilon_{r-1}}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12h/W}} \right] \quad (3)$$

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad (4)$$

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff+0.3}) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff-0.258}) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (5)$$

Sedangkan untuk menghitung lebar saluran pencatu digunakan persamaan berikut.

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

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ \frac{\epsilon_{r-1}}{2\epsilon_r} \left[\ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] + B - 1 - \ln(2B-1) \right\} \quad (7)$$

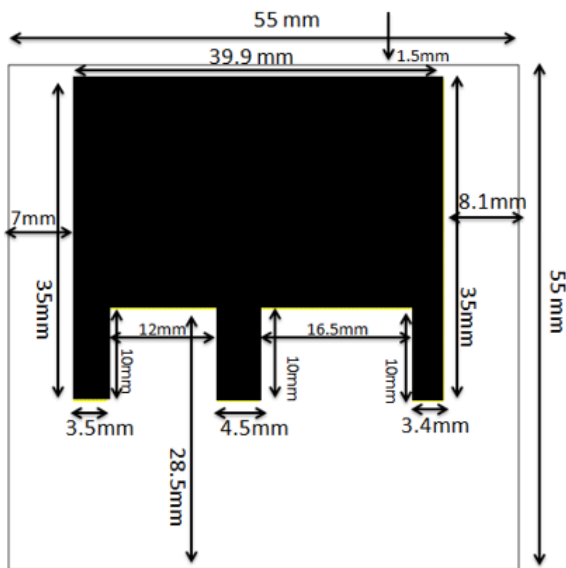
Setelah dilakukan beberapa kali iterasi untuk menghasilkan nilai parameter yang terbaik, maka Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan disain akhir dari antena rancangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

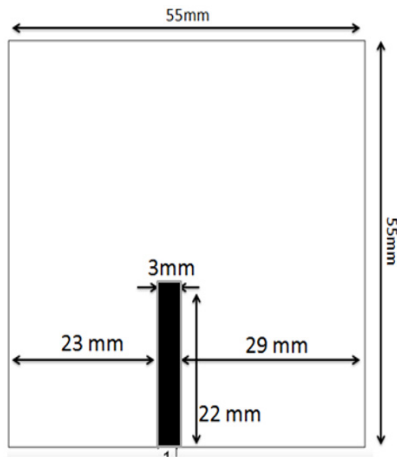
Dengan menggunakan persamaan (1) sampai (5), diperoleh lebar *patch* (W) adalah 38 mm dan panjang *patch* (L) adalah 29 mm. Selanjutnya *patch rectangular* atau persegi tersebut diberi celah dan menghasilkan *patch E shaped*. Pemberian celah pada *patch* antena yang dirancang dapat menghasilkan polarisasi melingkar pada antena tersebut.

Gambar 5 menunjukkan disain awal dari *patch E shaped* setelah dilakukan beberapa kali iterasi dari bentuk *patch rectangular* atau persegi.

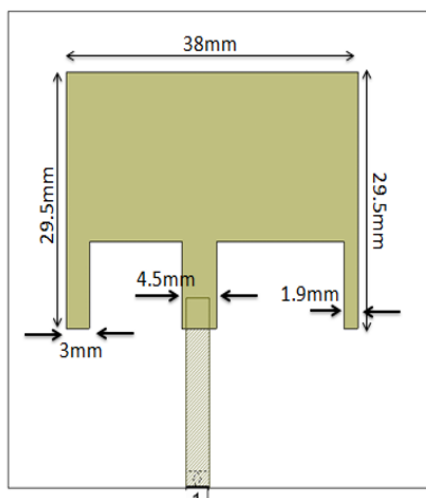
Hasil simulasi *return loss*, *VSWR* dan *axial ratio* dari



Gambar 3. Dimensi antena rancangan E shaped



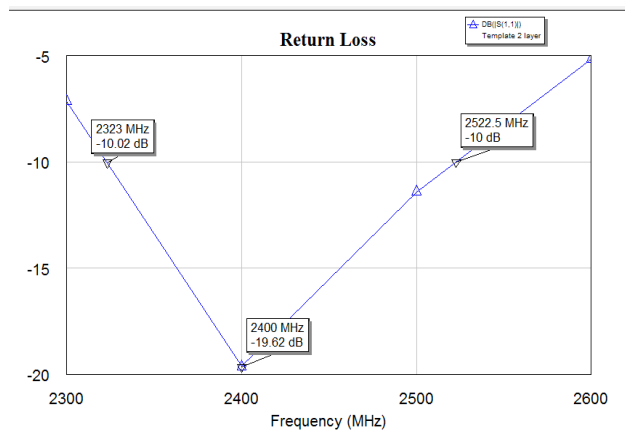
Gambar 4. Dimensi saluran pencatu proximity coupling



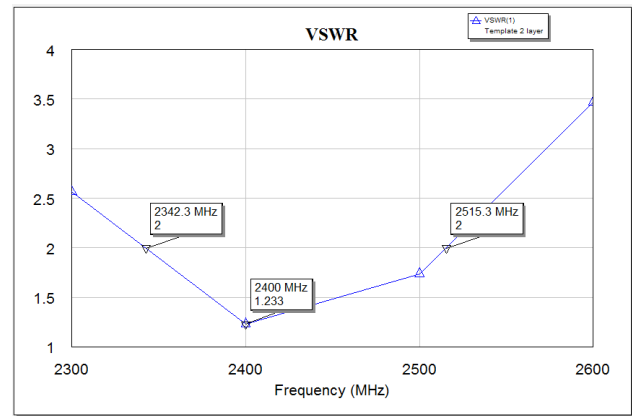
Gambar 5. Perancangan awal patch E shape

Gambar 5 diperlihatkan pada Gambar 6 sampai Gambar 8.

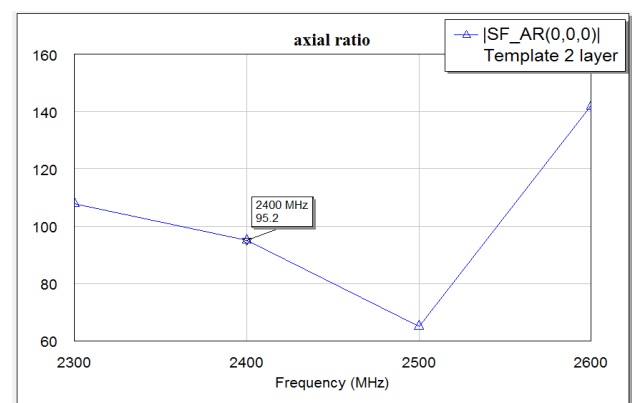
Dari hasil simulasi terlihat nilai *return loss* adalah -19,62 dB dan nilai VSWR sebesar 1,223, sedangkan nilai *axial ratio* masih terlalu besar yakni 95 dB. Untuk dapat menghasilkan polarisasi melingkar, nilai yang disyaratkan adalah *axial ratio* 3 dB. Karena dari perancangan ini belum dihasilkan nilai *axial ratio* yang disyaratkan, maka



Gambar 6. Hasil simulasi nilai return loss



Gambar 7. Hasil simulasi nilai VSWR



Gambar 8. Hasil simulasi nilai axial ratio

dilakukan iterasi pada *patch E shaped* yang ada pada Gambar 3 secara berulang-ulang sampai didapatkan hasil *axial ratio* 3 dB. Proses dari iterasi pada *patch E shaped* terlihat pada Gambar 9 dan Tabel 1.

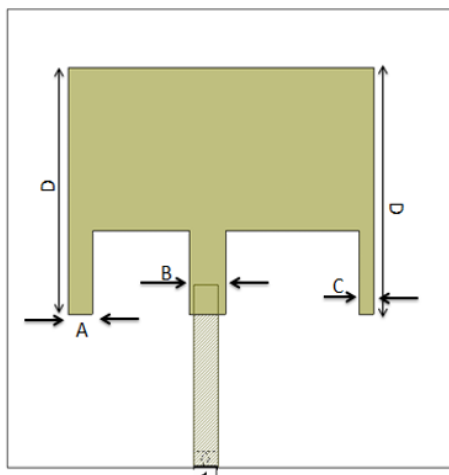
Parameter yang diiterasi adalah A, B, dan C yang merupakan celah dan parameter D yang merupakan panjang dari *patch E shaped*.

Setelah diiterasi terlihat bahwa polarisasi melingkar pada antenna terjadi pada saat iterasi ke 5 dengan nilai *axial ratio* 2,58 dB. Hasil ini didapatkan dengan mengubah lebar celah dari parameter A, B, C dan juga panjang D dari *patch E shaped*. Dengan hasil iterasi ke 5 ini, maka dimensi dari antenna rancangan seperti terlihat pada Gambar 10.

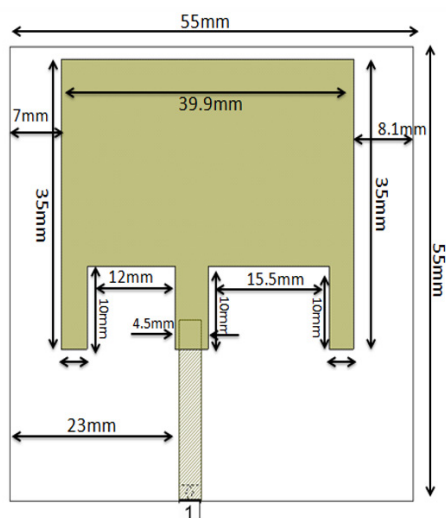
Dari hasil simulasi diperoleh nilai return loss sebesar -19,98 dB seperti terlihat pada Gambar 11 dengan

Tabel 1. Iterasi patch E shaped

Iterasi	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Axial Ratio	VS WR	Return Loss (dB)
1	3.5	4.5	2.4	35	6.65	1.540	-13.45
2	3.5	4.5	3.4	33.5	3.972	1.207	-20.56
3	3.5	4.5	3.4	30	57.653	1.105	-26.03
4	4	4.5	3.4	34	6.485	1.287	-18.03
5	3.5	4.5	3.4	35	2.58	1.223	-19.98



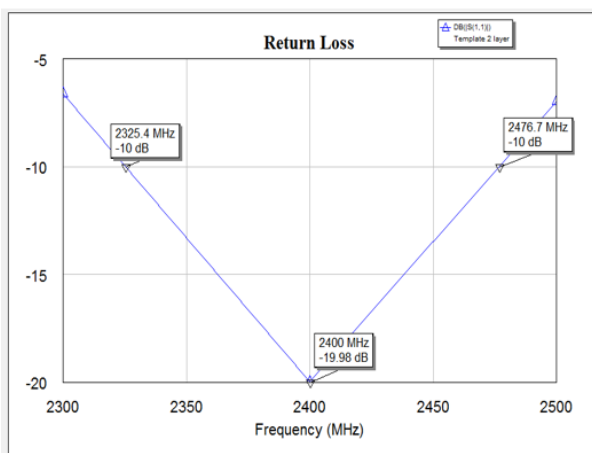
Gambar 9. Iterasi patch E shaped



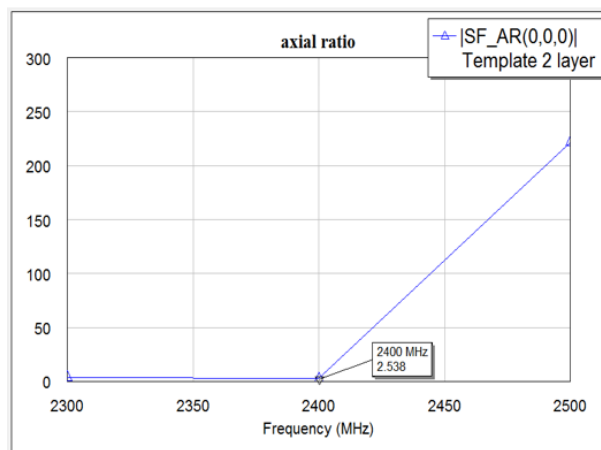
Gambar 10. Antena E shaped dengan pencatu proximity coupling

nilai VSWR 1,223 yang ditunjukkan pada Gambar 12. Sedangkan Gambar 13 menunjukkan hasil axial ratio (AR) antena rancangan sebesar 2,538 dB dan nilai ini sudah memenuhi syarat yang ditentukan, yaitu $AR \leq 3$ dB. Dari Gambar 11 terlihat bandwidth yang dihasilkan adalah sebesar 151,3 MHz.

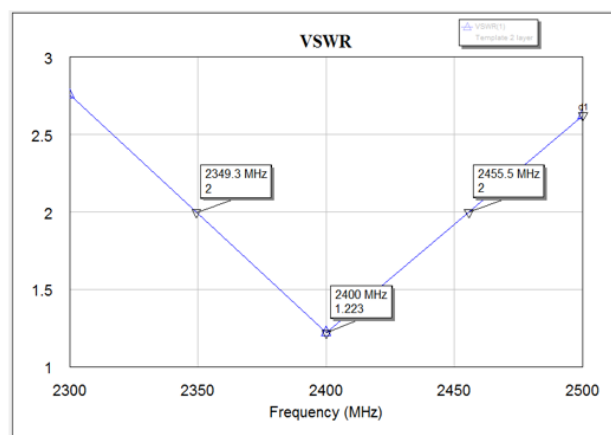
Setelah hasil simulasi memperlihatkan nilai terbaiknya,



Gambar 11. Nilai return loss



Gambar 13. Nilai axial ratio



Gambar 12. Nilai VSWR

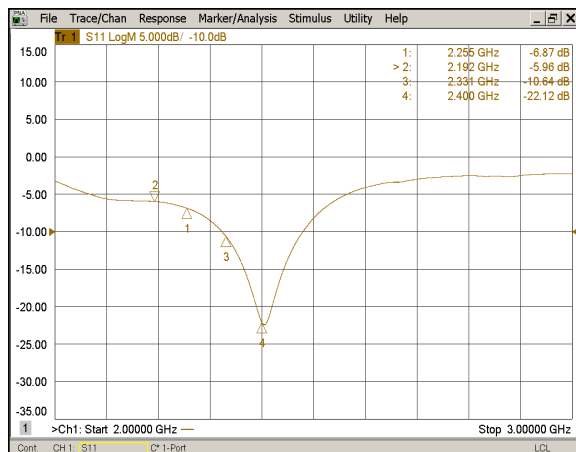
selanjutnya dilakukan fabrikasi pada *patch E shaped* tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 14.

Setelah antena rancangan selesai dipabrikasi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran antena di laboratorium antena dan propagasi. Hasil pengukuran *return loss* dan VSWR ditunjukkan pada Gambar 15 dan Gambar 16.

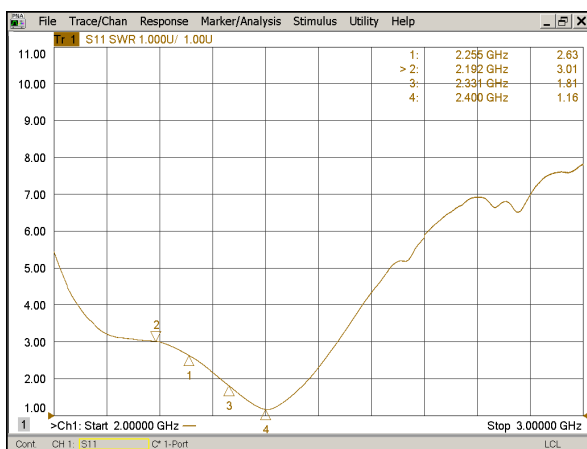
Tabel 2 memperlihatkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran dari antena rancangan. Dari tabel tersebut dapat dianalisis bahwa hasil yang diperoleh



Gambar 14. Hasil pabrikasi antena rancangan



Gambar 15. Hasil pengukuran return loss



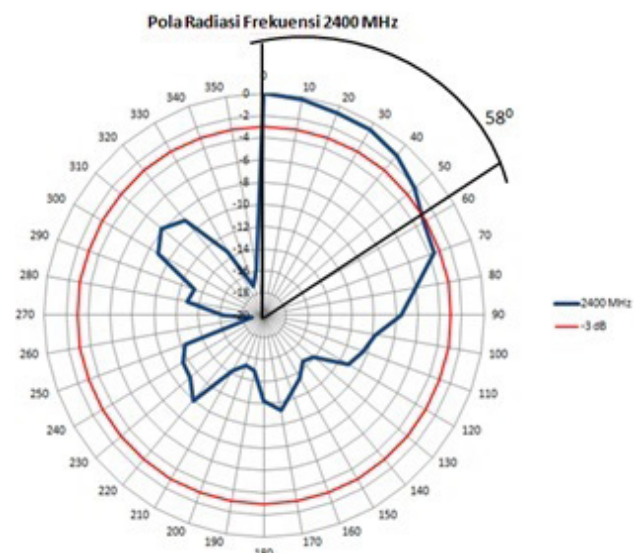
Gambar 16. Hasil pengukuran VSWR

dari proses pengukuran lebih baik dari proses simulasi. Nilai parameter *return loss* mengalami peningkatan sebesar 10,71%, sedangkan nilai VSWR sebesar 5,15% pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Untuk nilai *bandwidth* antenna juga mengalami peningkatan sebesar 1,25% dari proses simulasi. Faktor yang menyebabkan hal ini adalah pemilihan jenis dan pemasangan konektor pada saluran pencatu 50 Ohm yang sangat presisi sehingga menghasilkan *loss* yang kecil pada saat pengukuran. Hal ini juga didukung dengan kondisi ruangan pengukuran (*chamber room*) yang sangat baik. Selain itu penggunaan satu jenis impedansi saluran catu sebesar 50 Ohm dan penggunaan teknik *proximity coupling* sehingga mudah untuk melakukan *matching* antara antenna dengan saluran pencatu. Dari hasil analisis keseluruhan antenna rancangan telah memenuhi persyaratan untuk bekerja pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi Wi-Fi.

Dari hasil pengukuran polaradiasi diperoleh nilai *Half Power Beamwidth* (HPBW) sebesar 58° yang berarti antenna memiliki keterarahan *broadside* seperti yang ditunjukkan

Tabel 2. Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Return Loss (dB)	-19,98	-22.12
VSWR	1.223	1.16
Bandwidth (MHz)	151.3	153.2



Gambar 17. Hasil pengukuran polaradiasi

pada Gambar 17.

IV. KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa antenna bentuk *E shaped* dapat bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan polarisasi melingkar dengan nilai parameter axial ratio 2.58 dB sehingga dapat diaplikasikan pada *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). Dari hasil simulasi diperoleh nilai *return loss* sebesar -22,12 dB, VSWR 1,223 dengan *bandwidth* 151,3 MHz. Sedangkan dari hasil pengukuran diperoleh nilai *return loss* sebesar -22,12 dB, VSWR 1,16 dengan *bandwidth* 153,2 MHz dan dari hasil pengukuran polaradiasi diperoleh nilai *Half Power Beamwidth* (HPBW) sebesar 58° .

REFERENSI

- [1] Indra Surjati, "Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya", Penerbit Universitas Trisakti, ISBN 978-979-26-8957-0, Juni 2010
- [2] Pristin K Mathew dan Sneha Mohan, "Double E Shape Microstrip Patch Antenna For Multiband Applications", ICTACT Journal On Communication Technology: Special Issue On Advances In Wireless Sensor Networks, Vol. 05, Issue 02, June 201
- [3] Nivedita Mishra, "Microstrip Patch Antenna with E Shaped Structure for S Band Applications", International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET), Vol.4, Issue 3, March 2015
- [4] AO Wei and XIANG Wan Qin, "Analysis and Design of E Shaped Dual Frquency Microstrip Antenna Based on CPSO Algorithm", Proceeding of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronic Engineering (ICCSEE 2013)
- [5] Amit A Deshmukh et al, "Triple Bnad E Shaped Microstrip Antenna", 6th International Conference on Advances In Computing & Communications (ICACC 2016), India, September 2016
- [6] P.Hamsagayathri et al, "Design and Simulation of Sloted Double E Shaped Microstrip Patch Antenna for Multiband Applications", International Journal of Advances Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE), Vol.5, Issue 3, March 2016
- [7] Vidya Deshmukh et al, "Analysis & Design of E Shape Microstrip

- Antenna with Slot for ISM Band”, International Journal of Research in Engineering & Technology (IJRET), Vol.2, Issue 7, Jul 2014
- [8] Dinesh B Ganure et al, “Proximity Coupled Rectangular Microstrip Patch Antenna for S Band Application”, International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET), Vol.04, Issue 05, May 2015
- [9] Dinesh B Ganure et al, “ Proximity Coupled Microstrip Patch Antenna by Varying Thickness”, International Journal of Advances in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol.4, Issue 9, September 2015
- [10] Prashant Ravindra et al, “A Compact Multiband Proximity Coupled Rectangular Microstrip Antenna with Multiple CSRR for Wireless Applications”, International Journal of Advances in Microwave Technology (IJAMT), Vol.1, No.3, November 2016
- [11] Sumit Sharna, “Proximity Fed Microstrip Patch Antenna for Broadband Operations”, International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering, Vol.4, Issue 2, Feb. 2016.

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

