

Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 GHz) Array dengan Teknik Pencatu Proximity Sebagai Penguat Sinyal Wi-Fi

Arfan Akbar¹, Syah Alam², Indra Surjati¹

¹Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta.

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 11 November 2017

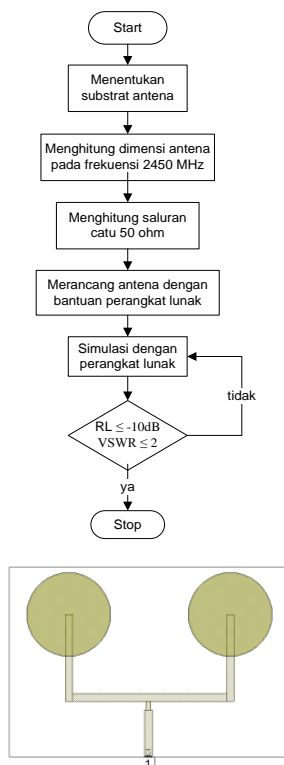
Direvisi : 20 Desember 2017

Disetujui : 24 Desember 2017

*Korespondensi Penulis :

Afn.abr@gmail.com

Graphical abstract



Abstract

In this research, the design of microstrip antenna with patch circular shape using FR-4 Epoxy substrate with $\epsilon_r=4.3$ $h=1.6$ mm and loss $\tan\delta=0,0265$. To increase the gain value, will be used the 2x1 array method. Furthermore, to widen the Bandwidth, will be used the power supply with proximity technique. The purpose of the use of array and proximity method is to increase the value of Gain and Bandwidth. From the simulation results the value of Return Loss is -19,85 dB, VSWR is 1.227 and Gain is 7.091 dB at 2450 MHz frequency. With that data, array method can increase Gain by 38% and with use of Proximity method can increase Bandwidth by 162%.

Keywords: Microstrip Antenna, Planar array, VSWR, Gain, Return Loss, proximity

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan perancangan antenna mikrostrip dengan bentuk patch circular menggunakan substrat jenis FR-4 Epoxy dengan nilai $\epsilon_r=4,3$ $h=1,6$ mm dan $\tan\delta = 0,0265$. Untuk meningkatkan nilai gain, maka dilakukan optimasi dengan menggunakan metode array 2x1. Selanjutnya, untuk memperlebar Bandwidth, digunakan pencatu dengan teknik proximity. Tujuan dari penggunaan metode array dan proximity ini untuk meningkatkan nilai Gain dan Bandwidth. Dari hasil simulasi diperoleh nilai Return Loss -19,85 dB, VSWR 1,227 dan Gain 7,091 dB pada frekuensi 2450 MHz. Dengan data tersebut, maka metode array dapat meningkatkan Gain sebesar 38% dan dengan penggunaan metode Proximity dapat meningkatkan Bandwidth sebesar 162%.

Kata kunci: Antena Mikrostrip, Planar Array, Proximity, VSWR, Gain, Return Loss.

© 2017 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Telekomunikasi adalah salah satu bidang yang memiliki peranan penting pada abad ini. Dengan telekomunikasi orang saling bertukar informasi satu dengan yang lainnya. Salah satu bagian utama dalam sistem telekomunikasi radio adalah antenna. Berbagai antenna telah banyak dikembangkan untuk beragam aplikasi, salah satunya adalah antenna mikrostrip. Antenna mikrostrip adalah suatu antenna konduktor metal yang menempel di atas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik.

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. Pada penelitian sebelumnya [9-10] metode *proximity* dapat meningkatkan lebar *bandwidth* antena untuk aplikasi *Wi-Fi*. Hal ini yang melatar belakangi penelitian ini untuk menggunakan metode array untuk meningkatkan *gain* dan *proximity* untuk memperlebar *bandwidth*.

2. METODE PENELITIAN

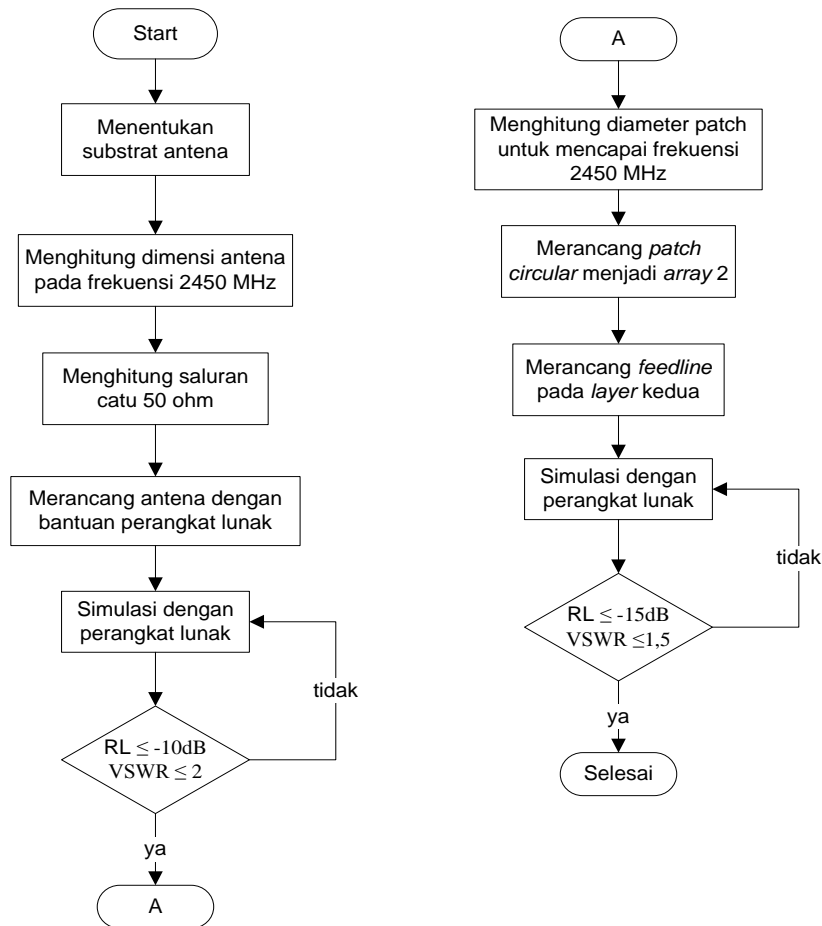
2.1 Metode Penelitian

Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

- a) Identifikasi masalah yaitu dengan merumuskan latar belakang hingga tujuan dalam penelitian ini.
- b) Studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari buku referensi dan jurnal-jurnal sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan yaitu tentang antena mikrostrip khususnya sebagai penguat *Wi-Fi*.
- c) Perancangan, yaitu dengan merancang dan menentukan jenis *patch*, model, substrat dan catu daya yang akan diimplementasikan serta disimulasi dengan bantuan perangkat lunak sebagai simulasi awal.
- d) Pengujian, yaitu mencari nilai *Return Loss*, VSWR dan *gain* setelah difabrikasi.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Secara sederhana proses penelitian pada Antena mikrostrip dapat dijelaskan pada Gambar 2 berikut.

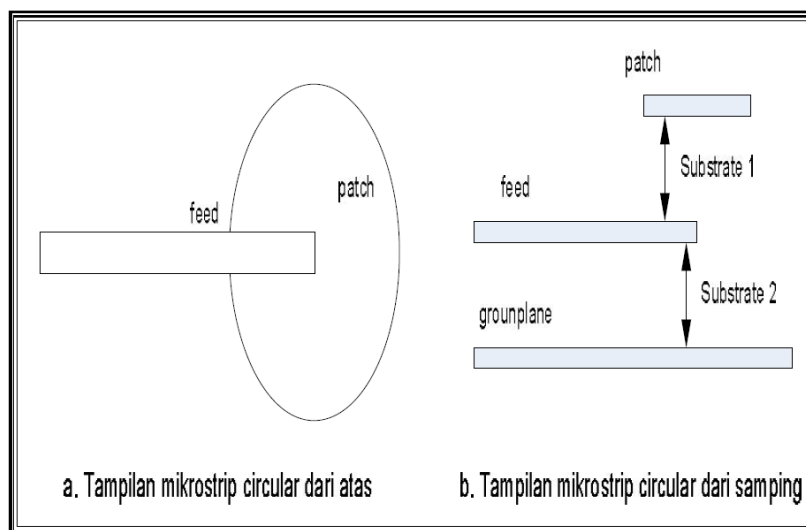


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3 Perancangan Penelitian

1. Antena Mikrostrip *Patch Circular*

Antena mikrostrip dengan *patch circular* memiliki performa yang sama dengan antenna mikrostrip *patch* segiempat. Pada aplikasi tertentu, seperti *array*, *patch circular* ini akan menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan *patch* yang lainnya. Antena mikrostrip dengan *patch circular* ini akan lebih mudah dimodifikasi untuk menghasilkan jarak nilai impedansi, pola radiasi, dan frekuensi kerja[6]. Untuk menganalisis antena mikrostrip *patch circular* ini banyak metode yang diinginkan, termasuk diantaranya dengan menggunakan model rongga (*cavity model*). Konstruksi antena mikrostrip *patch circular* ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Antena mikrostrip *patch circular*

Di dalam merancang antena mikrostrip *patch circular* ada pertimbangan yang harus diperhatikan, yaitu pertimbangan memilih substrat untuk antena mikrostrip *patch circular* sama seperti antena mikrostrip *patch* persegi panjang, caranya adalah dimulai dengan memilih bahan dielektrik yang cocok dengan menyesuaikan tingkat ketebalan h dan rugi-rugi garis singgung. Semakin tebal substrat, disamping secara mekanik akan lebih kuat, akan meningkatkan daya radiasi, mengurangi rugi-rugi konduktor, dan memperbaiki impedansi *bandwidth* [1]. Bagaimanapun hal ini juga akan meningkatkan berat, rugi-rugi dielektrik, rugi-rugi gelombang permukaan, dan radiasi yang tidak berhubungan dari penyulang pemeriksa. Konstanta substrat dielektrik ϵ_r memiliki fungsi yang sama seperti ketebalan substrat. Nilai ϵ_r yang rendah akan meningkatkan daerah pinggir dari keliling *patch*, sehingga akan meradiasikannya. Oleh karena itu substrat dengan nilai $\epsilon_r \leq 2,5$ lebih baik kecuali jika diinginkan ukuran *patch* yang lebih kecil.

Meningkatnya ketebalan substrat akan memiliki dampak yang sama ketika menurunnya nilai ϵ_r dari karakteristik antena. Rugi-rugi garis singgung yang tinggi akan meningkatkan rugi-rugi dielektrik dan oleh karena itu hal ini akan menurunkan efisiensi antena. Bahan yang biasa digunakan sebagai substrat diantaranya adalah *honeycomb* ($\epsilon_r = 1.07$), *duroid* ($\epsilon_r = 2.32$), *quartz* ($\epsilon_r = 3.8$), dan *alumina* ($\epsilon_r = 10$) [1].

Tabel 1. Spesifikasi Substrat yang digunakan

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

Jadi substrat yang digunakan haruslah memiliki konstanta dielektrik yang rendah. Hal ini bertujuan agar diperoleh efisiensi radiasi yang lebih tinggi. Selain itu substrat yang semakin tebal akan meningkatkan impedansi *bandwidth*. Hubungan *patch* dengan jari-jari ditentukan oleh kondisi resonansi seperti padapersamaan 1 [1]:

$$a_e = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left[\ln \left(\frac{\pi a}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2} \quad (1)$$

Untuk mencari nilai jari-jari *patch* (a) digunakan Persamaan 2:

$$a = \frac{1,481}{k \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Nilai dari a yang diinginkan pada frekuensi kerja (f_r) dan konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) didapatkan dengan menggunakan Persamaan 3 berikut ini [3]:

$$a = \frac{8,794 \times 10^9}{f_r \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi, maka terlebih dahulu harus ditentukan frekuensi kerja (f_r) yang digunakan untuk mencari panjang gelombang diruang bebas (ϵ_r) pada Persamaan 4:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (4)$$

Setelah nilai (λ_0) diperoleh, maka panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip (Δl) dapat dihitung dengan Persamaan 5:



$$\Delta l = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

Impedansi karakteristik antenna mikrostrip ditentukan dengan Persamaan 6 sebagai berikut[3]:

$$Z_{in} = 60 \frac{\Delta l}{w} \quad (6)$$

dimana : w = Diameter elemen peradiasi (mm)

Untuk menghitung *gain* antenna ini digunakan dengan bantuan perangkat lunak tertentu. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan level penerimaan sinyal. Untuk menghitung *gain* dapat dilihat pada Persamaan 7 berikut ini:

$$G_a(dB) = P_a(dBm) - P_s(dBm) + G_s(dB) \quad (7)$$

dimana : G_a = Gain total antenna

P_a = Nilai level sinyal maksimum yang diterima antenna terukur (dBm)

P_s = Nilai level sinyal maksimum yang diterima antenna referensi (dBm)

G_s = *Gain* antenna referensi

Untuk menghitung *matching impedance* digunakan persamaan 8 berikut ini:

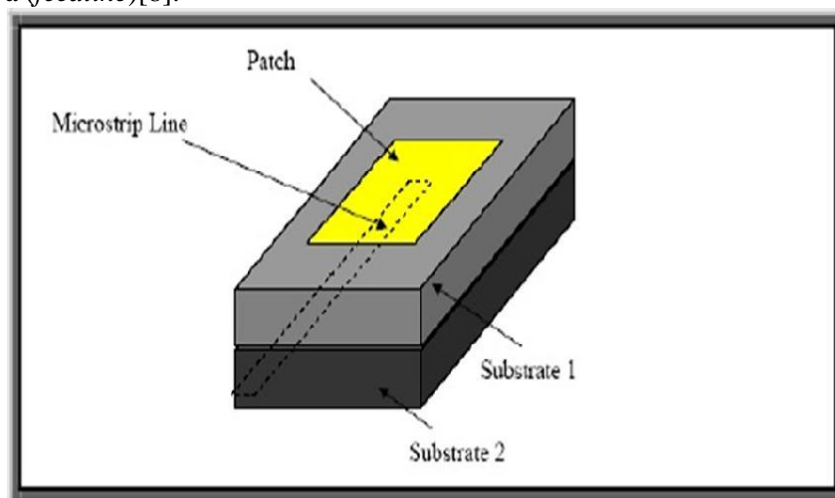
$$Z_I = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L} \quad (8)$$

Sedangkan untuk menghitung lebar saluran pencatu digunakan persamaan 9 berikut:

$$B = 60 \frac{\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

2. Teknik Pencatuan

Pada dasarnya saluran pencatu untuk antenna mikrostrip dapat dibagi menjadi 2, yaitu pencatuan secara langsung (*direct coupling*) dan pencatuan secara tidak langsung (*electromagnetic coupling*). Untuk rancang bangun antenna mikrostrip ini digunakan teknik pencatuan *proximity coupling*. Pada teknik pencatuan ini saluran transmisi (*feedline*) diletakan pada posisi yang lebih rendah dari *patch*, lebih tepatnya di bawah *patch*, seperti pada Gambar 4. Pada pendekatan ini menggunakan dua buah substrat, dimana *patch* pada substrat bagian atas dengan bidang pentanahannya dihilangkan seluruhnya dan substrat yang berada pada bagian bawah merupakan saluran transmisinya (*feedline*)[8].



Gambar 4. Teknik pencatuan metode *Proximity coupling*

3. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

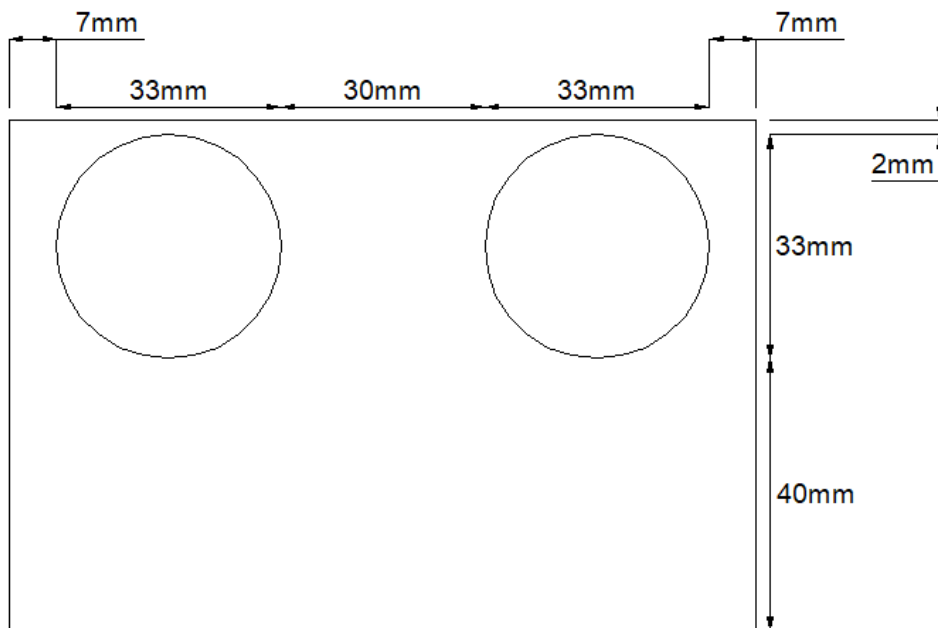
3.1 Hasil Perancangan

Dari hasil perhitungan, nilai VSWR dan *gain* yang dihasilkan belum sesuai dengan yang diharapkan. Diperlukan iterasi pada antenna tersebut agar didapat nilai VSWR dan *gain* yang optimal. Banyak hal yang mempengaruhi nilai VSWR dan *gain* tersebut antara lain besaran dimensi *patch*, lebar pencatu, dan panjang pencatu. Maka untuk tahap awal yang perlu diiterasi adalah dimensi *patch*. Hasil iterasi dimensi *patch* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Iterasi dimensi *patch*

Radius <i>patch</i> (mm)	VSWR			Gain (dB)
	2,4 GHz	2,45 GHz	2,5 GHz	2,45 GHz
17,1	1,48	2,42	2,20	2,74
17,0	1,46	2,37	3,62	2,68
16,9	1,24	1,85	2,92	2,77
16,8	1,30	1,6	2,50	2,77
16,7	1,41	1,44	2,20	2,79
16,6	1,59	1,34	1,90	2,78
16,5	1,77	1,32	1,71	2,79
16,4	2,06	1,37	1,46	2,76

Dari Tabel 1 didapat hasil iterasi radius *patch* dengan nilai VSWR 1,32 pada frekuensi 2,45 Ghz dan gain 2,79 dBi yang memenuhi saat radius *patch* 16,5 mm. Berdasarkan hasil iterasi diatas dan perhitungan dari persamaan 2 dan persamaan 3, maka didapat bentuk *patch* seperti pada Gambar 5 berikut.



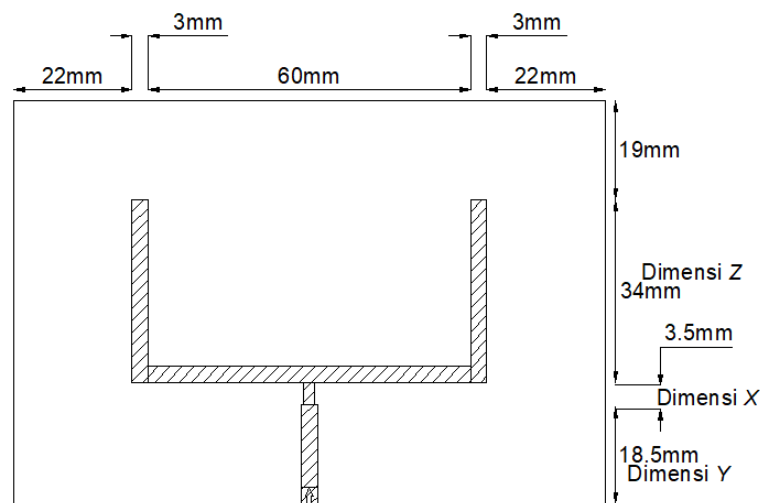
Gambar 5. *Layer* atas

Iterasi kedua dilakukan pada bagian X dan bagian Z yang ditunjukkan pada Gambar 6. Hasil iterasi mengacu kepada nilai VSWR dan *gain* terbaik yang akan digunakan. Pada iterasi ini, dimensi Y tetap yaitu pada 18,5mm. Untuk dimensi Z, nilainya berbanding terbalik dengan dimensi X. Berikut hasil iterasi dari dimensi X dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Iterasi dimensi X dan Dimensi Z

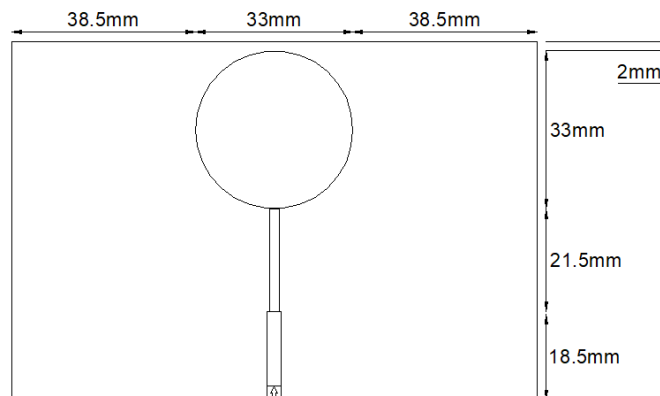
Dimensi X (mm)	Dimensi Z (mm)	VSWR	Gain (dB)
		2,45 GHz	2,45 GHz
1,5	36	3,118	7,6988
2,5	35	3,261	7,78
3,5	34	3,699	7,873
4,5	33	4,45	7,63
5,5	32	5,426	7,436
6,5	31	6,512	7,127

Dari tabel 2 didapat hasil iterasi dimensi X dan dimensi Z dengan nilai VSWR dan gain yang memenuhi pada 3,5mm. Berdasarkan hasil iterasi tersebut maka didapat bentuk pencatu seperti pada Gambar 6 berikut



Gambar 6. Layer bawah

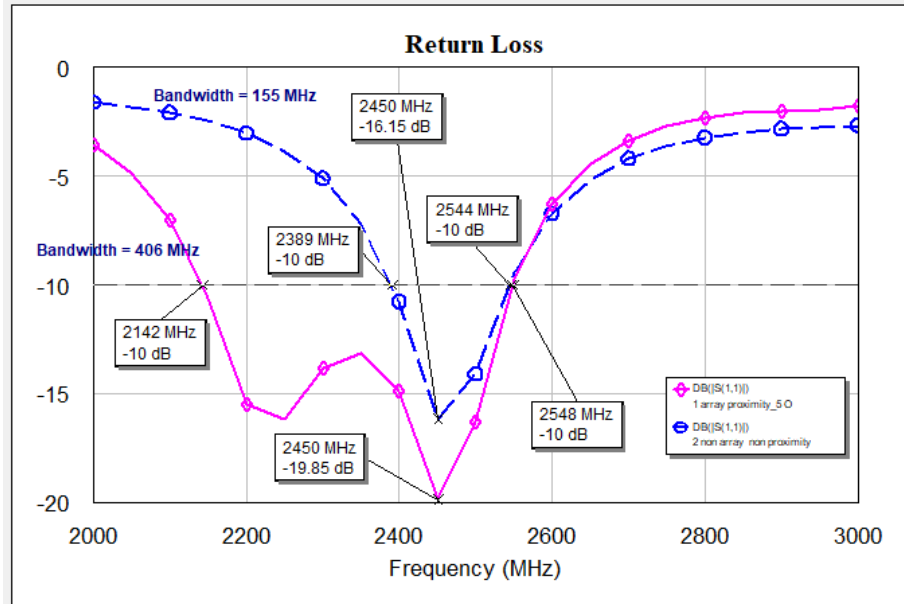
Patch circular dirancang dengan *array* untuk mendapatkan nilai *gain* yang lebih besar, sementara untuk memperlebar *bandwidth* antenna, dirancang dengan *proximity*. Untuk membuktikannya, maka dirancang juga dalam simulasi *patch circular* dengan satu buah tanpa *proximity*. Gambar 7 berikut adalah simulasi perancangan tanpa bentuk *array* dan *proximity*.



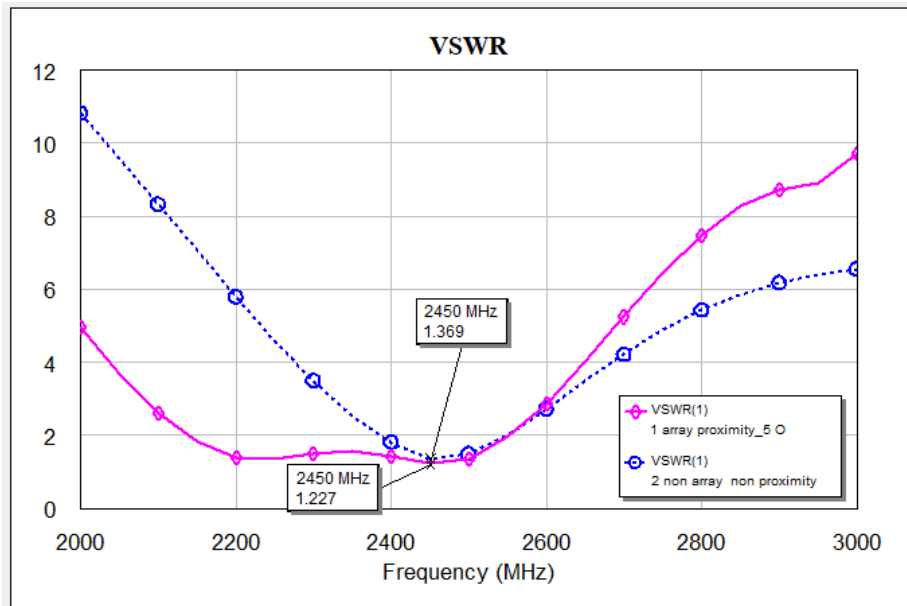
Gambar 7. Tanpa *array* dan *proximity*

3.2 Hasil Simulasi

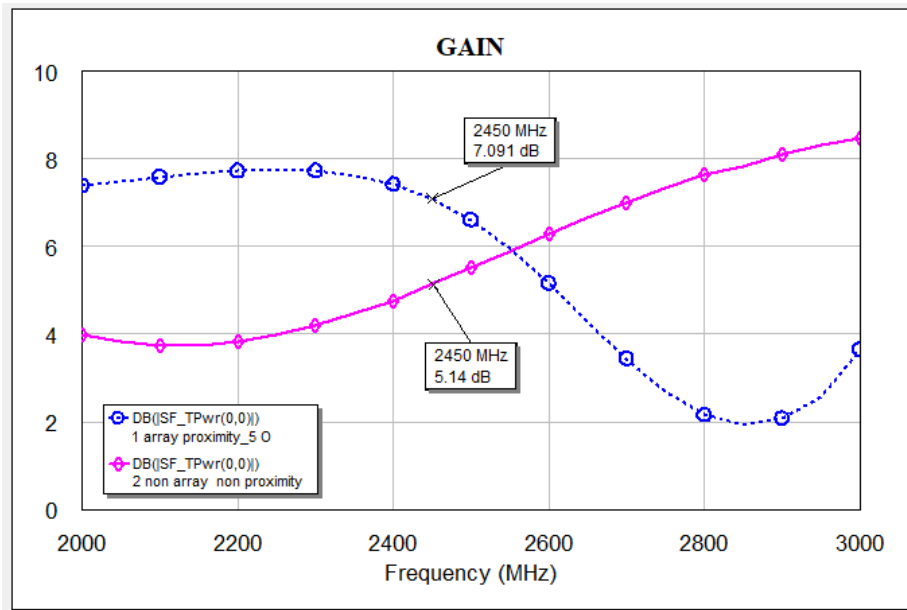
Berdasarkan hasil perancangan dari simulasi, maka terdapat 3 parameter yang diukur dalam simulasi *software* ini, yang diantaranya: *return loss*, *VSWR* dan *gain*. Berikut dilampirkan nilai dari *return loss*, *VSWR* dan *gain* secara berurut pada Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10 sebelum dan sesudah menggunakan sistem *array* dan *proximity*.



Gambar 8. Nilai *Return Loss* sebelum dan sesudah menggunakan sistem *array* dan *proximity*



Gambar 9. Nilai *VSWR* sebelum dan sesudah menggunakan sistem *array* dan *proximity*



Gambar 10. Nilai *Gain* sebelum dan sesudah menggunakan sistem *array* dan *proximity*

Berdasarkan hasil simulasi kedua antenna diatas, maka dapat disimpulkan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi Antena Mikrostrip

Simulasi	Nilai	
	Sebelum <i>array</i> dan <i>proximity</i>	Sesudah <i>array</i> dan <i>proximity</i>
<i>Return Loss</i>	-16,15 dB	-19,85 dB
VSWR	1,369	1,227
<i>Gain</i>	5,14 dB	7,091 dB

Seperti hasil yang ditunjukkan pada Gambar diatas, untuk penguatan sinyal *Wi-Fi* ini digunakan sistem *array*, karena dengan sistem *array* ini, dapat menguatkan *gain* antenna secara keseluruhan. Dan untuk tambahan, digunakan *proximity* untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih lebar. Lebar *Bandwidth* dari yang semula hanya mendapatkan 155 MHz, setelah dibuat dengan sistem *proximity* menjadi 406 MHz.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dari antenna mikrostrip ini dapat disimpulkan untuk meningkatkan nilai *gain*, maka dilakukan optimasi dengan menggunakan metode *array* yang terbukti terdapat peningkatan *Gain* sebesar 38%. Disisi lain, untuk memperlebar *Bandwidth*, digunakan pencatu dengan teknik *proximity* yang terbukti terdapat peningkatan *Bandwidth* sebesar 162%.

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 Microstrip 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 Ensikom*, Vol.11 No.30, pp. 82 – 87, Mei 2015.
- [6] Rambe, Ali Hanafiah, 2008, *Perancangan antena Mikrostrip Pacht Segi Empat Elemen Tunggal Dengan Pencatuan Aperture-Coupled Untuk Aplikasi CPE Pada Wimax*, Jakarta, Universitas Indonesia.
- [7] Alaydrus, Mudrik. *Antena dan Propagasi*, Jakarta, UMB, hal 1-3.
- [8] Hermansyah, M Rudy, 2010. *Rancang Bangun AntenaMicrostrip Patch Segiempat Untuk Aplikasi Wireless*. Medan, Universitas Sumatera Utara.
- [9] Surjati, I., Alam, S., & Hotman, S. (2017). Polarisasi Melingkar Antena Mikrostrip E Shape Dengan Pencatu Electromagnetic Coupling. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13(1)
- [10] Nugraha, I. P. E. D., Surjati, I., & Alam, S. (2017). Miniaturized Minkowski-Island Fractal Microstrip Antenna Fed by Proximity Coupling for Wireless Fidelity Application. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 15(3), 1119-1126.