

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *PATCH* CIRCULAR (2,45 GHZ) DENGAN TEKNIK *PLANAR ARRAY* SEBAGAI PENGUAT SINYAL *WI-FI*

Neronzie Julardi, Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: neronzie@usu.ac.id or neronzie@yahoo.co.id

ABSTRAK

Antena mikrostrip saat ini merupakan salah satu antena yang sangat pesat perkembangannya dalam sistem telekomunikasi, sehingga banyak diaplikasikan pada peralatan-peralatan telekomunikasi modern saat ini. Salah satunya digunakan sebagai *WI-FI*. Adapun penggunaan antena ini dapat mengakses pada jaringan *wi-fi* dari ruang kelas keseluruhan kampus atau dari kantor ke kantor yang berlainan dan antar gedung. Paper ini merancang bangun sebuah antena mikrostrip *patch circular* yang disusun secara *planar array* yang digunakan sebagai penguat *WI-FI*. Untuk merancang antena ini digunakan Simulator Ansoft *High Frequency Structure Simulator* (HFSS) V.10. Hasil yang diperoleh dari rancang bangun berupa VSWR dengan nilai 1,23 pada frekuensi 2,45 GHz dan *gain* dengan nilai 6,75 dBi.

Kata Kunci: Antena mikrostrip, *Planar array*, VSWR, *Gain*

1. Pendahuluan

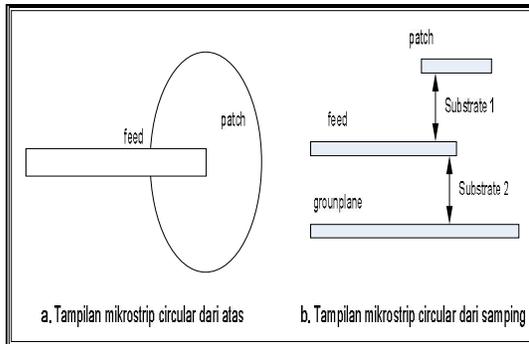
Telekomunikasi adalah salah satu bidang yang memiliki peranan penting pada abad ini. Dengan telekomunikasi orang saling bertukar informasi satu dengan yang lainnya. Salah satu bagian utama dalam sistem telekomunikasi radio adalah antena. Berbagai antena telah banyak dikembangkan untuk beragam aplikasi, salah satunya adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip adalah suatu antena konduktor metal yang menempel di atas *ground plane* yang di antaranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip terdiri atas 3 komponen yaitu: *groundplane*, substrat, dan *patch* peradiasi. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena gelombang mikro yang digunakan sebagai radiator pada sejumlah sistem telekomunikasi modern saat ini. Hal ini disebabkan karena ukuran antena mikrostrip yang kecil dan beratnya yang ringan membuat jenis antena ini sederhana untuk dibuat dan mudah untuk diintergrasikan.

Pada tulisan ini dibahas tentang perancang-

an antena mikrostrip *patch circular* dengan teknik *planar array* sebagai penguat sinyal *wifi* pada frekuensi 2.45 GHz. Parameter-parameter utama yang akan dianalisis adalah (*Voltage Standing Wave Ratio*) VSWR dan *gain*.

2. Antena Mikrostrip *Patch Circular*

Antena mikrostrip dengan *patch circular* memiliki performa yang sama dengan antena 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[1]. 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 Gambar1.



Gambar 1. Antena mikrostrip *patch circular*

Di dalam merancang antena mikrostrip *patch circular* ada pertimbangan yang harus di perhatikan, 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, di samping secara mekanik akan lebih kuat, akan meningkatkan daya radiasi, mengurangi rugi-rugi konduktor, dan memperbaiki impedansi *bandwidth* [2].

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 meradiasikan daya. 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* ($\epsilon_r = 10$) [2].

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 pada persamaan 1 [2]:

$$a_r = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left(\ln \frac{\pi}{2h} + 1.7726 \right) \right\} \quad (1)$$

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]:

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

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi, maka terlebih dahulu harus ditentukan frekuensi kerja (f_r) yang digunakan untuk mencari panjang gelombang diruang bebas (λ_0) 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 antena 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* antena ini digunakan dengan bantuan perangkat lunak tertentu. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan level penerimaan sinyal. Untuk menghitung *gain* dapat dilihat pada Persamaan 7 berikut ini:

$$Ga(dB) = Pa(dBm) - Ps(dBm) + Gs(dB) \quad (7)$$

Dimana:

Ga : *Gain* total antena

Pa : Nilai level sinyal maksimum yang diterima antena terukur (dBm)

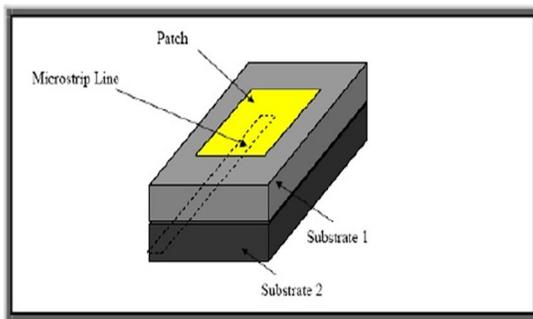
Ps : Nilai level sinyal maksimum yang diterima antena referensi (dBm)

Gs : *Gain* antena referensi

3. 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 2. 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*)[4].



Gambar 2. Teknik pencatuan metoda *proximity coupling*

4. Perancangan Patch Elemen Tunggal

Pada perancangan *patch circular* elemen tunggal ini terdapat beberapa tahapan yang diawali dengan menentukan frekuensi kerja yang diinginkan beserta spesifikasi yang akan dicapai. Menentukan jenis substrat yang akan digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi *patch* antenna serta lebar saluran pencatu. Hasil perhitungan tersebut disimulasikan dengan menggunakan simulator ansoft HFSS v10. Tabel 1 merupakan spesifikasi substrat yang digunakan[3].

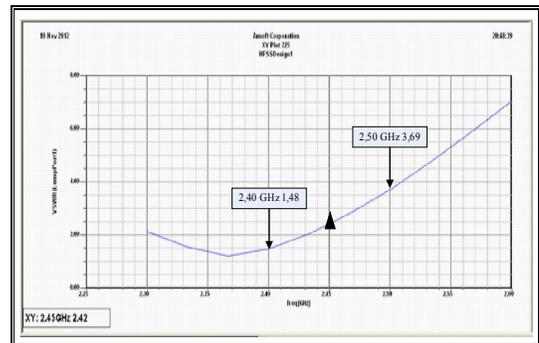
Tabel 1. Spesifikasi substrat yang digunakan

Jenis Substrat	FR-4 epoxy
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	4,4
Dielektrik Loss Tangent ($\tan \delta$)	0,02
Ketebalan substrat (h)	1,6mm

Antena yang akan dirancang pada penelitian ini adalah antenna mikrostrip *patch circular* dengan frekuensi kerja 2,45 GHz (2,4-2,5 GHz). Untuk perancangan awal dari dimensi antenna digunakan perhitungan antenna mikrostrip *patch circular* pada Persamaan 3. Sehingga di dapat nilai radius *patch* adalah 17,1 mm.

Menentukan lebar saluran pencatu yang digunakan pada perancangan antenna mikrostrip *patch circular* ini, diharapkan mendekati nilai impedansi masukan sebesar 50 Ω . Untuk mendapatkan nilai impedansi tersebut dilakukan pengaturan lebar dari saluran pencatu dengan menggunakan bantuan program *TXLine 2003* [3]. Melalui perangkat lunak *TXLine 2003* ini diperoleh bahwa untuk menghasilkan impedansi 50 Ω dibutuhkan lebar saluran pencatu sebesar 3,00593 mm. Untuk memudahkan dalam proses perancangan maka lebar ini dibulatkan menjadi 3 mm.

Setelah model antenna mikrostrip *patch circular* elemen tunggal disimulasikan, maka didapat parameter yang diinginkan pada penelitian ini antara lain besar nilai *VSWR* dan *gain*. Dari hasil simulasi, didapatkan nilai *VSWR* seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik *VSWR* hasil simulasi awal

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 2.

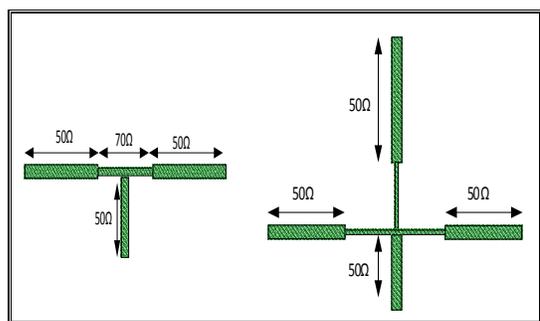
Tabel 2. Hasil Iterasi Dimensi *Patch* Elemen Tunggal

Radius <i>Patch</i> (mm)	VSWR			Gain(dBi)
	2,40 GHz	2,45 GHz	2,50 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	1,60	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 2 di atas 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.

5. Perancangan *Patch* 4 Elemen *Planar Array*

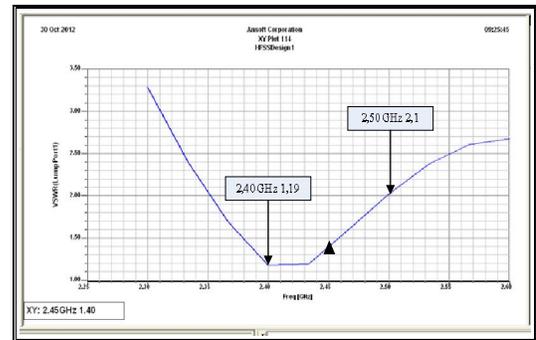
Perancangan antenna *planar array* ini menggunakan data yang telah diperoleh dari hasil rancangan antenna elemen tunggal (seperti dimensi *patch* dan lebar saluran pencatu). Adapun jarak antar elemen pada antenna yang dirancang pada penelitian ini sekitar seperempat panjang gelombang ($d = \lambda/4$). Jarak antar elemen ini dapat diatur untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal yaitu untuk meningkatkan *magnitude* hasil simulasi pola radiasi agar lebih besar dari yang dihasilkan pada rancangan elemen tunggal (2,81 dBi). Adapun langkah selanjutnya menentukan *T-Junction*. Gambar 4 menunjukkan konfigurasi *T-junction* yang akan digunakan.



Gambar 4. Perancangan *T-junction*.

Pada hasil rancangan elemen tunggal diketahui bahwa saluran pencatu yang digunakan adalah 50 Ω. Untuk merancang antenna 4 elemennya, dibutuhkan *T-junction* 50 Ω yang berfungsi sebagai *power divider*. Terdapat 2 jenis *T-junction* 50 Ω yang telah dibahas. Pada penelitian ini *T-junction* yang digunakan adalah yang memiliki impedansi 70,71 Ω karena penggunaannya dapat mendukung untuk meminimalisir ukuran antenna. Impedansi 70,71 Ω tersebut berfungsi sebagai transformator $\lambda/4$.

Untuk mendapatkan panjang dan lebar saluran pencatu agar mempunyai impedansi 70,71 Ω digunakan program *TXLine* 2003. Dari hasil rancangan antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen maka diperoleh nilai *VSWR* seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik *VSWR* hasil awal simulasi 4 elemen

Dari hasil simulasi yang telah dijalankan didapatkan bahwa antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen belum memenuhi karakteristik yang diinginkan yaitu $VSWR \leq 2$, karena itu diperlukan proses iterasi sehingga nilai *VSWR* sesuai dengan yang diinginkan. Dalam hal ini yang perlu iterasi adalah jarak antar elemen dari antenna mikrostrip tersebut agar nantinya didapat *VSWR* sesuai dengan yang diinginkan. Tabel 4 merupakan hasil dari iterasi jarak antar elemen antenna mikrostrip 4 elemen.

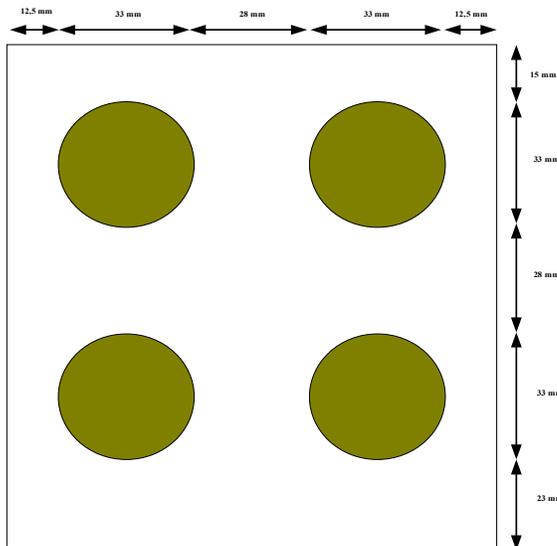
Tabel 3. Hasil iterasi jarak antar elemen

Jarak Antar Elemen (mm)	VSWR			Gain (dBi)
	2,40 GHz	2,45 GHz	2,50 GHz	
33	1,26	1,60	1,79	6,11
32	1,23	1,49	1,66	5,93
31	1,48	1,23	1,33	6,23

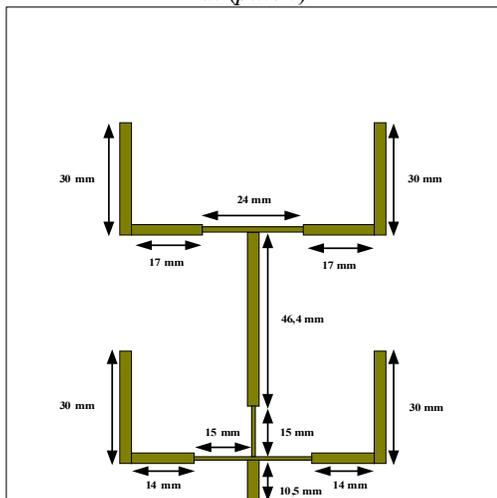
30	1.33	1.30	1.48	6,48
29	1.10	1.43	2,00	6,43
28	1.63	1.23	1.59	6,75
27	1.32	1.19	1.68	6,66

Dari Tabel.3, diketahui bahwa nilai VSWR yang terkecil pada frekuensi 2,45 Ghz terletak pada posisi saat jarak antar elemen adalah 28 mm. Dari hasil iterasi tersebut diperoleh VSWR antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen lebih kecil dibandingkan dengan antenna mikrostrip *patch circular* elemen tunggal.

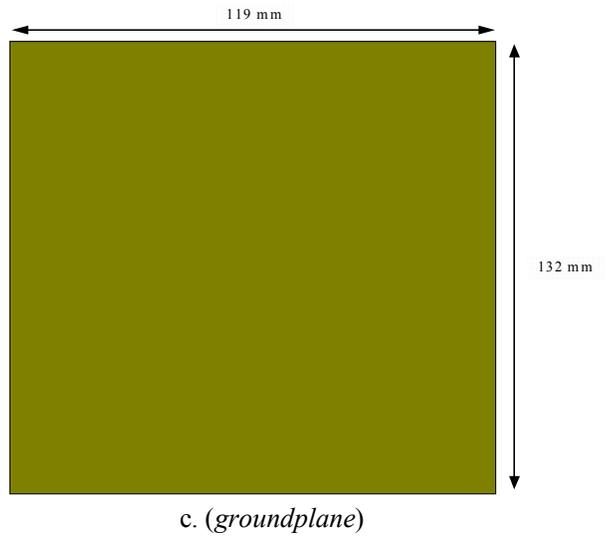
Adapun Geometri dari hasil rancangan antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen ini setelah diiterasi jarak antar elemennya maka didapatkan seperti yang terlihat pada Gambar 6.



a. (patch)



b. (feedline)



c. (groundplane)

Gambar 6. Rancangan geometri *planar array* antenna 4 elemen

6. Fabrikasi Antena Mikrostrip

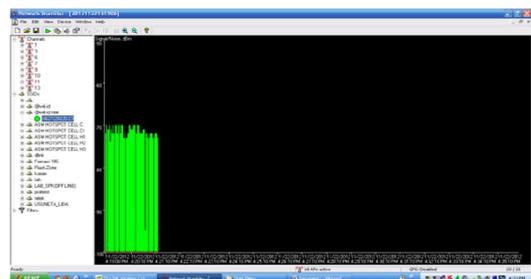
Adapun antenna mikrostrip *patch segiempat* 4 elemen *planar array* setelah difabrikasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Antena mikrostrip *patch circular* yang telah difabrikasi.

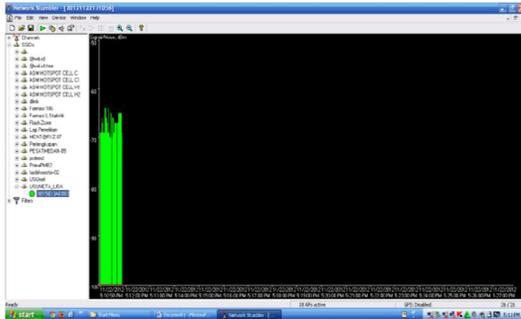
7. Hasil Pengujian

Dengan *network stumbler* [3], dapat dilihat level sinyal yang diterima baik menggunakan antenna *dipole* maupun antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen. Adapun level sinyal yang diterima ketika menggunakan antenna *dipole* ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Level sinyal penerimaa menggunakan antenna *dipole*

Dari Gambar 8, dapat dilihat level penerimaan kuat sinyal adalah -67 dBm. Selanjutnya level penerimaan kuat sinyal dengan menggunakan antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9. Level sinyal penerimaan menggunakan antenna mikrostrip 4 elemen

Dari Gambar 9, dapat dilihat level penerimaan kuat sinyal adalah -64 dBm. Nilai pada level ini memperlihatkan bahwa penerimaan sinyal meningkat menjadi lebih baik. Setelah mendapat nilai level penerimaan sinyal dari kedua antenna di atas maka *gain* antenna dapat dihitung menggunakan Persamaan 7[5].

$$G_a(\text{dB}) = P_a(\text{dBm}) - P_s(\text{dBm}) + G_s(\text{dBi}) \quad (7)$$

$$G_a(\text{dB}) = (-64 \text{ dBm}) - (-67 \text{ dBm}) + 4 \text{ dBi}$$

$$G_a(\text{dB}) = 7 \text{ dBi}$$

Dari Persamaan diatas didapat besar *gain* dari antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen *planar array* yaitu sebesar 7 dBi. Nilai ini lebih baik dibanding- kan dengan nilai hasil simulasi yaitu sebesar 6,75 dBi, hal ini bisa saja disebabkan faktor lingkungan, proses pencetakan atau fabrikasi antenna mikrostrip ini, namun dari nilai menunjukkan bahwa antenna yang dibuat telah sesuai dengan yang diinginkan.

8. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dirancang antenna mikrostrip *patch circular* 4 elemen *planar array* sebagai penguat sinyal *WI-FI*. Dari hasil perancangan simulasi dan pengujian diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Antena mikrostrip 4 elemen *planar array* yang difabrikasi memiliki *gain* 7 dBi pada frekuensi 2,45 GHz. Hasil *gain* pengujian ini lebih baik dibandingkan dengan hasil *gain* simulasi yaitu 6,75 dBi. Perbedaan ini

disebabkan berbagai hal antara lain kondisi lingkungan tempat pengujian, *human error*, serta ketelitian dalam fabrikasi.

2. Antena mikrostrip *patch circular planar array* menggunakan teknik pencatutan *proximity coupling*. Adapun kelebihan teknik ini baik digunakan untuk antenna mikrostrip yang berjenis *array*.
3. Pada saat simulasi terjadi proses iterasi, adapun parameter yang diiterasi adalah diameter *patch*, lebar saluran pencatutan dan jarak antar elemen. Proses iterasi ini dilakukan untuk mendapatkan nilai *VSWR* $\leq 1,23$ dan *gain* ≥ 6 yang diinginkan.

9. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis serta keluarga besar penulis yang selalu memberi dukungan serta pengorbanan yang luar biasa bagi penulis, selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada Bapak Ali Hanafiah Rambe, ST. MT selaku dosen pembimbing, juga kepada Ibu Naemah Mubarakah, ST. MT, Bapak Rahmad Fauzi, ST. MT, dan Bapak Ir. Zulfin, MT selaku dosen penguji penulis yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan paper ini, semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu.

10. Daftar Pustaka

- [1] Rambe, Ali Hanafiah, 2008, *Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segi Empat Elemen Tunggal Dengan Pencatutan Aperture-Coupled Untuk Aplikasi CPE Pada Wimax*, Jakarta, Universitas Indonesia.
- [2] Surjati, Indra, 2010. *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*, Jakarta, Universitas Trisakti, hal 1-10.
- [3] Hermansyah, M Rudy, 2010. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Untuk Aplikasi Wireless*. Medan, Universitas Sumatera Utara.
- [4] Alaydrus, Mudrik. *Antena dan Propagasi*, Jakarta, UMB, hal 1-3.
- [5] Ardiyanto, Rian, 2011, *Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,4 GHz*, Jakarta, Universitas Mercu Buana, hal 10-15.