

DESAIN DAN REALISASI ANTENA ARRAY MIKROSTRIP COLLINEAR 4 ELEMEN UNTUK APLIKASI WIRELESS LAN OUTDOOR 2,44 GHz

Antenna Design And Realization Microstrip Colline Array 4 Elements for Outdoor Wireless Lan Applications 2.44 Ghz

Fahroni Ardiansyah¹, Sudi Mariyanto Al Sasongko², Abdullah Zainuddin,³

ABSTRAK

Antena collinear merupakan rangkaian antena dipole yang dirangkai menjadi satu kesatuan sistem antena. Penyusunan antena dipole ini dalam suatu rangkaian akan membangkitkan penguatan gain. Antena mikrostrip merupakan antena yang mempunyai karakteristik yang kecil, ringan dan tipis sehingga menyebabkan antena ini semakin dikembangkan untuk aplikasi wireless LAN.

Antena yang diaplikasikan diluar ruangan harus memiliki gain ≥ 15 dB. Untuk mencapai hal ini antena tunggal bisa disusun secara array. Karena dengan menyusun antena array diharapkan memiliki gain yang besar. Pada dasarnya, jumlah antena tunggal dalam suatu susunan array tidak terbatas, tetapi faktor dimensi antena juga harus menjadi pertimbangan.

Kata kunci : collinear, collinear mikrostrip, array

ABSTRACT

Collinear antenna is a dipole antenna circuit is assembled into one unified system antenna. The preparation of this dipole antenna in a circuit will generate a gain reinforcement. Microstrip antenna is an antenna that has the characteristics of a small, light and thin, causing further developed this antenna for wireless LAN applications.

Antennas are applied outdoors should have a gain ≥ 15 dB. To achieve this a single antenna can be arranged in an array. Because the array is expected to draw up an antenna with a gain great. Basically, the number of single antenna in an array arrangement is not limited, but the factor of the antenna dimensions must also be considered.

Key words: collinear, collinear mikrostrip, array

PENDAHULUAN

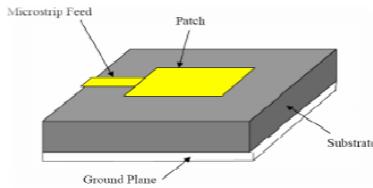
Kebutuhan akan teknologi dalam komunikasi *wireless* semakin besar. Hal ini di akibatkan adanya kebutuhan akan komunikasi *mobile* semakin besar. Jaringan *non* kabel (*wifi*) memanfaatkan udara sebagai saluran transmisi dengan menggunakan jalur frekuensi 2,44 GHz (gelombang mikro). Karena itulah dibutuhkan suatu perangkat yang dapat memberikan performansi dari teknologi tersebut. Salah satu dari teknologi pendukung *wireless mobile* adalah antena. Antena merupakan suatu perangkat yang berfungsi sebagai penghubung antara gelombang elektromagnetik di udara dengan saluran transmisi. Terdapat berbagai macam jenis antena dengan berbagai dimensi yang berbeda. Setiap dimensi antena yang berbeda memancarkan atau meradiasikan sinyal dengan kekuatan yang berbeda pada tiap arahnya.

Salah satu antena yang digunakan untuk aplikasi WLAN adalah antena collinear. Antena collinear merupakan rangkaian antena dipole yang dirangkai menjadi satu kesatuan sistem antena. Penyusunan antena dipole ini dalam suatu rangkaian akan membangkitkan penguatan *gain*, artinya semakin banyak rangkaiannya maka semakin besar gain yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk Mendesain sebuah antena *array mikrostrip collinear* 4 elemen yang memiliki *gain*, *return loss*, dan pola radiasi yang lebih baik dari antena mikrostrip konvensional serta merealisasikannya.

Antena mikrostrip terdiri dari tiga lapisan. Lapisan tersebut adalah *Conducting patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane* yang dapat dilihat di Gambar 1. Masing-masing dari bagian ini memiliki fungsi yang berbeda.

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram Nusa Tenggara Barat, Indonesia
Email: rony.ardhian7@gmail.com¹, mariyantosas@gmail.com², abdullahzainuddin@yahoo.com³



Gambar 1 :Antena mikrostrip

Pulse sensor ini memiliki tiga Pin, dimana fungsi masing- masing pin tersebut adalah :

1. Pin 1. Pin yang didiberi tanda berwarna merah, berfungsi sebagai pin tegangan sumber 5v.
2. Pin 2. Pin ini diberi tanda dengan warna hitam sebagai ground.
3. Pin 3. Pin ini diberi tanda warna ungu, berfungsi sebagai jalur data ADC

Pemilihan panjang dan lebar antena juga sangat penting. Lebar *patch* mempunyai efek yang kecil terhadap frekuensi resonansi dan pola radiasi. Tetapi lebar *patch* mempengaruhi resistansi input dan lebar *band*. *Patch* yang lebih lebar menyebabkan peningkatan daya pancar sehingga dapat mengurangi resistansi resonansi, menambah lebar *band*, dan meningkatkan efisiensi radiasi. Nilai dari lebar *patch* W juga diperlukan untuk menghasilkan impedansi input 50Ω . Nilai W untuk nilai konstanta dielektrik $2,2 \leq \epsilon_r \leq 10,2$ ditentukan oleh persamaan 1 dan 2

$$W = \sqrt{h\lambda_d} \left[\ln\left(\frac{\lambda_d}{h}\right) - 1 \right] \dots\dots\dots(1)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

h = ketebalan bahan dielektrik (m)

ϵ_r = konstanta dielektrik bahan

λ_0 =panjang gelombang dalam ruang bebas(m)

Panjang *patch* menentukan frekuensi resonansi, dan hal ini merupakan parameter penting dalam perancangan yang disebabkan oleh lebar *band* antena yang sempit. Nilai L diberikan oleh persamaan 3 :

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{re}}} - 2\Delta L \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

c = kecepatan cahaya dalam ruang hampa

$$3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

f_r = frekuensi resonansi (Hz)

ϵ_{re} = konstanta dielektrik efektif

dimana ΔL , ϵ_{re} , diberikan oleh:

$$\Delta L = 0,412 h \frac{\epsilon_{re} + 0.300 \frac{W}{h} + 0.264}{\epsilon_{re} - 0.258 \frac{W}{h} + 0.813} \dots\dots\dots(4)$$

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(5)$$

dengan :

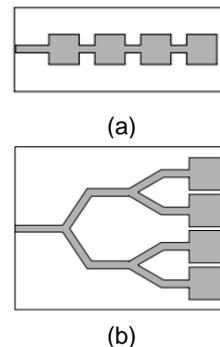
ϵ_{re} = konstanta dielektrik efektif

ϵ_r = konstanta bahan dielektrik

h = ketebalan bahan dielektrik (m)

W = lebar *patch* (m)

Antena Array. Antena *array* adalah antena yang disusun lebih dari satu elemen antena. Karakteristik antena seperti *gain* yang tinggi dan kemampuan mengontrol radiasi dimungkinkan hanya jika elemen disusun *array*. Sebuah *array* linear terdiri dari elemen-elemen yang sama atau identic yang diletakkan dengan jarak yang sama antar elemennya. Dengan mengkombinasikan output tiap antena dalam *array* akan diperoleh *gain* dan direktivitas yang lebih besar dari elemen tunggal pembentuk *array*.

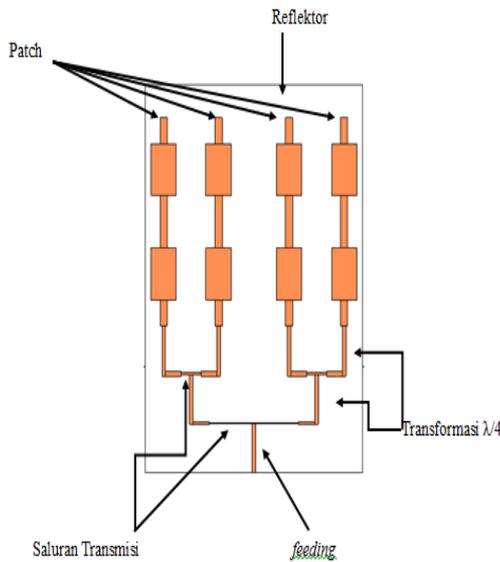


Gambar 2 :(a) *series-feed* (b) *corporate-feed*

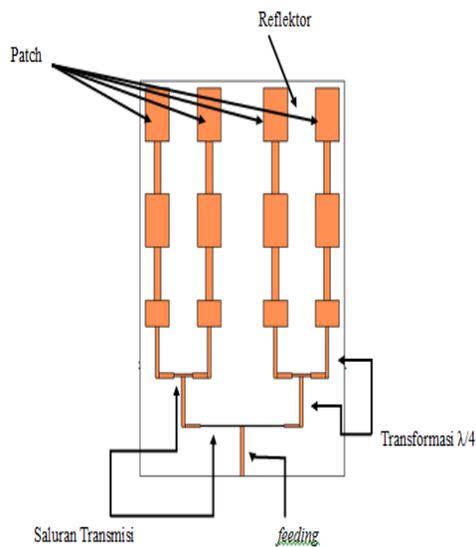
Antena Collinear. Antena *collinear* adalah rangkaian antena dipole yang dirangkai menjadi satu kesatuan system antena. Penyusunan antena dipole ini dalam suatu rangkaian akan membangkitkan *gain* yang lebih tinggi, artinya semakin banyak rangkaiannya maka semakin besar *gain* yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Design Antena.Perancangan antena array *microstrip collinear* 4 elemen ini terdiri dari beberapa elemen *microstrip collinear* yang diletakkan sejajar yang akan bekerja pada frekuensi 2,4 GHz . Bentuk dari antena array *microstrip collinear* 4 elemen yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar berikut :



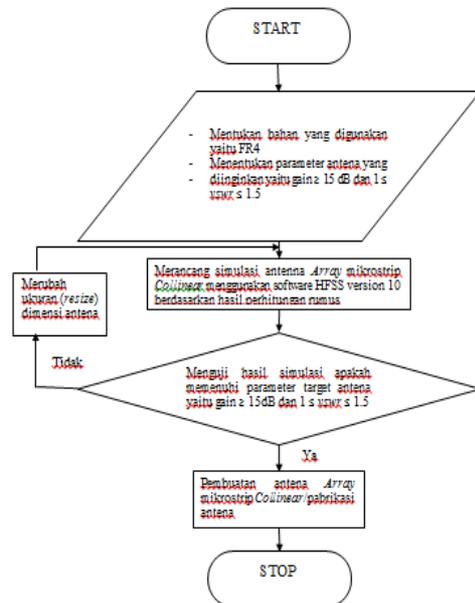
(a) Tampak depan



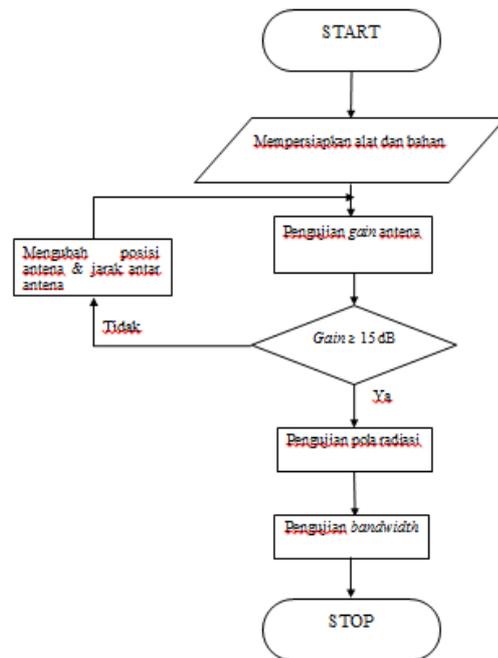
(b) Tampak belakang

Gambar 3 :Antena array *microstrip collinear* 4 elemen

Secara sistematis prosedur perencanaan dan perancangansimulasi serta proses pengujianantena dapat dilihat pada bagan alir (*flowchart*) pada gambar berikut :



Gambar 4 :Bagan diagram alir (*flowchart*) proses perancangan antena

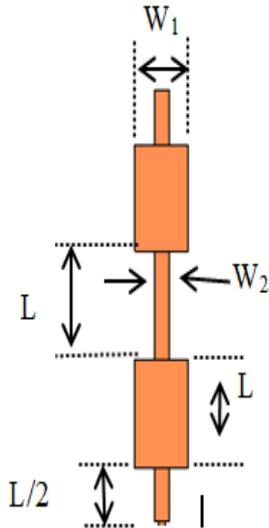


Gambar 5 :Bagan diagram alir (*flowchart*) proses pengujian antena

Perhitungan Matematis Antena

1. *Range* frekuensi standar protocol 802.11b,g yaitu 2,4000-2,4835 GHz, agar antena dapat bekerja optimal pada frekuensi 2,4 GHz menurut standart tersebut, maka frekuensi tengah dari *range* frekuensi standar 802.11 b,g yaitu :2,441 GHz

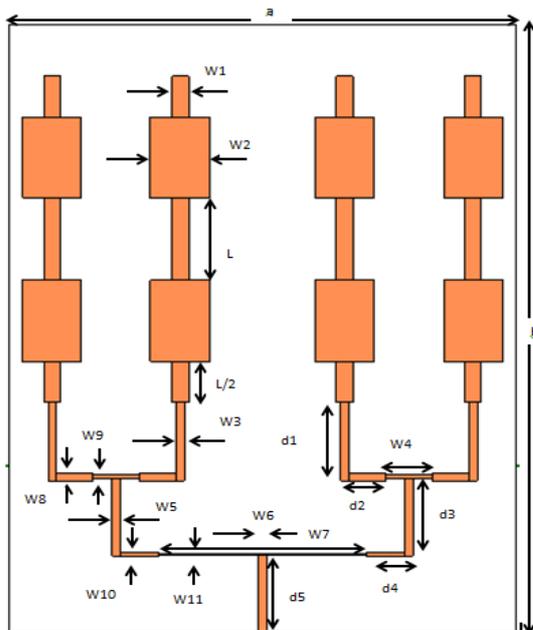
2. Panjang gelombang udara (λ) :12,29 cm
3. Panjang gelombang antenna dalam bahan dielektrik (λ_d) : 5,86 cm
4. Perhitungan dimensi antenna



Gambar 6 :Antena *collinear microstrip* tunggal

- Lebar *patch* $W = W_1 = 25$ mm
- Panjang *patch* $L = 32,5$ mm
- Lebar $W_2 = 5,752$ mm

HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Perancangan



Gambar 7 :Hasil rancangan *array* antenna mikrostrip *collinear* 4 elemen

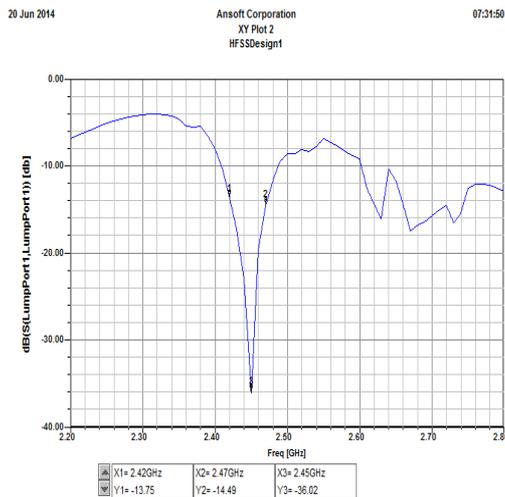
Setelah melakukan beberapa percobaan, dengan memasukkan beberapa parameter yang telah ditentukan sebelumnya didapatkan ukuran dimensi yang hasilnya seperti pada tabel berikut :

Tabel 1 :Dimensi antenna hasil simulasi

Komponen	Dimensi (mm)
a	147.5
b	242.25
W1	5.752
W2	25
W3	3
W4	17.285
W5	3
W6	3
W7	77
W8	3
W9	1.6
W10	1.6
W11	0.7
L	32.5
d1	31.75
d2	16.71
d3	31.75
d4	16.71
d5	31.75

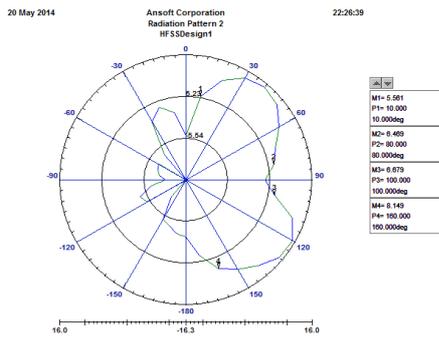
Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi, maka diperoleh hasil sebagai berikut :



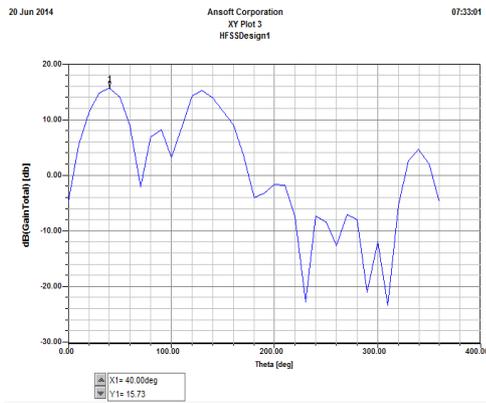
Gambar 8 :Bentuk respon *Return Loss* hasil simulasi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai $VSWR = 1.23$ dengan daerah frekuensi 2.42-2.47 GHz.



Gambar 9 :Bentuk Polaradiasi hasil simulasi

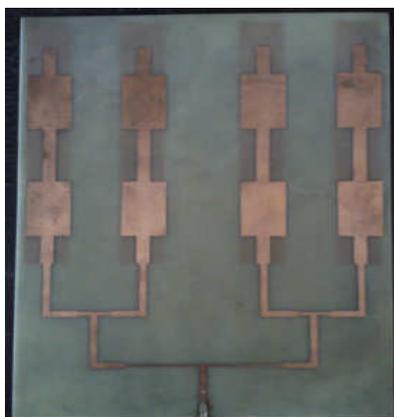
Dari hasil simulasi menunjukkan polaradiasi *directional* dengan nilai *HPBW* = 70° dan *bandwidth* = 50 Mhz.



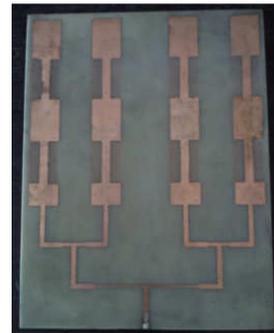
Gambar 10 :Bentuk respon *gain* hasil simulasi

Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *gain* antena pada ini adalah 15.73 dB.

Realisasi Desain Antena. Setelah melakukan simulasi, kemudian dilakukan pembuatan antena *array* mikrostrip *collinear* 4 elemen, dan selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik antena tersebut.



(a) Tampak depan



(b) Tampak belakang

Gambar 11 : Realisasi Antena *array* mikrostrip *collinear* 4 elemen

Pengujian Gain

Metode yang digunakan pada pengujian *gain* adalah dengan menggunakan perbandingan antara antena referensi yaitu antena *omni directional* dengan *ground plane* 9 dBi dengan antena hasil rancangan.

$$Ga(dB) = Pa(dBm) - Ps(dBm) + Gs(dB)..(6)$$

Dimana:

- Ga = *Gain* antena yang rancangan (dB)
- Pa = Level penerima antena rancangan (dBm)
- Ps = Level penerima antena standar (dBm)
- Gs = *Gain* antena standar (dB)

Tabel 2 : Hasil pengujian *gain* antena (*indoor*)

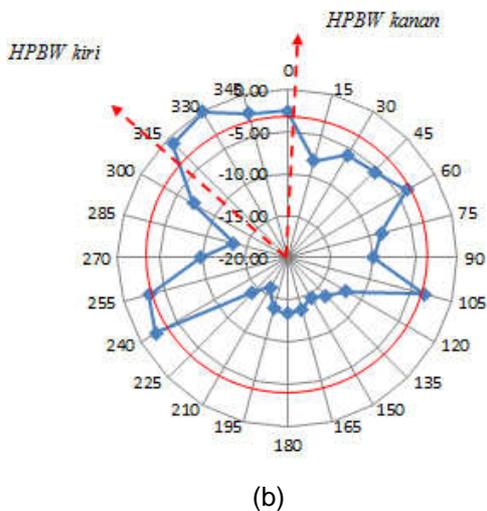
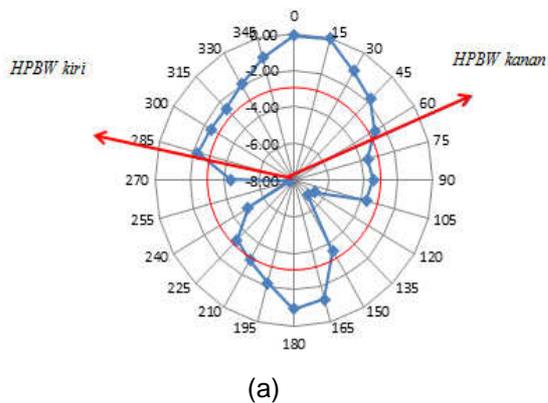
Jarak pengukuran (m)	Kuat medan Rata-rata (E)		Gain Antena array mikrostrip collinear 4 elemen dengan antena standard dengan ground plane (dBi)	Gain rata-rata antena Antena array mikrostrip collinear 4 elemen (dBi)
	Antena omni directional dengan ground plane (dBm)	Antena array mikrostrip collinear 4 elemen (dBm)		
4	-53.47	-44.50	17.97	16.9575
6	-56.23	-49.67	15.57	
8	-57.90	-49.80	17.10	
10	-60.20	-52.00	17.73	

Tabel 3 :Hasil pengujian *gain* antena (*outdoor*)

Jarak pengukuran (m)	Kuat medan Rata-rata (E)		Gain Antena array mikrostrip collinear 4 elemen dengan antena standard dengan ground plane (dBi)	Gain rata-rata antena Antena array mikrostrip collinear 4 elemen (dBi)
	Antena omni directional dengan ground plane (dBm)	Antena array mikrostrip collinear 4 elemen (dBm)		
4	-54.59	-47.20	16.40	15.64
6	-57.23	-51.10	15.13	
8	-56.29	-49.77	15.43	
10	-58.60	-52.00	15.60	

Dari data hasil pengujian *gain*Antena *array mikrostrip collinear* 4 elemen dapat dilihat perbedaan nilai *gain* pada pengukuran *indoor* dan *outdoor*. Hal ini dikarenakan interferensi dari gelombang elektromagnetik yang berasal dari dalam ruangan lebih sedikit dibandingkan dengan luar ruangan dan juga pengukuran di luar ruangan bergantung pada kondisi lingkungan di sekitar tempat pengukuran.

a) Pengujian Pola Radiasi



Gambar 12 : Hasil Pengujian Pola Radiasi (a) vertikal (b) horizontal

Pada pengujian pola radiasi, dilakukan dengan memutar antenna hasil rancangan mengikuti bidang datar searah jarum jam dengan kenaikan 15°. Kuat medan yang diukur pada pengujian ini adalah 0° sampai 345°(satu putaran penuh).

Dari gambar 12, diperoleh nilai *beamwidth* antenna sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 HPBW &= |\theta_{HPBW\ left} - \theta_{HPBW\ right}| \\
 &= |(360 - 280) + 62| \\
 &= 142^\circ
 \end{aligned}$$

b) Pengujian *Bandwidth*

Pada pengujian *bandwidth* antenna, dilakukan dengan menghubungkan antenna hasil rancangan dengan *Spectrum Analyzer*, sehingga dapat dilihat frekuensi kerja dari antenna.



Gambar 13 : Hasil pengujian *bandwidth*

Pada gambar 13 dapat dilihat bahwa dari hasil pengukuran *bandwidth* antenna berada pada *range* frekuensi 2,425 – 2,45 GHz (*channel*3-9), sehingga dapat dilihat lebar bidang kerja (*bandwidth*) yaitu: 20 MHz. Pengujian ini dilakukan pada *channel* 6.

KESIMPULAN

- Hasil rancangan antenna mikrostrip *collinear* memiliki ukuran dimensi antenna yang paling optimum adalah :
 - W1= 24.5 mm
 - W2 = 5.752 mm
 - L = 31.5 mm
- Hasil simulasi antenna *array mikrostrip collinear* 4 elemen didapatkan:
 - Gain* antenna sebesar 15.73 dB
 - Bentuk pola radiasi *directional*
 - HPBW* sebesar 70°
 - Bandwidth* sebesar 50 MHz
- Hasil pengujian antenna *array mikrostrip collinear* 4 elemen didapatkan nilai:
 - Gain* antenna rata-rata sebesar 16.9575 dB (*indoor*) dan 15.64 dB (*outdoor*)
 - Bentuk pola radiasi *directional*
 - HPBW* sebesar 142°
 - Bandwidth* sebesar 20 MHz
- Dari hasil simulasi dan hasil pengujian terdapat perbedaan, hal ini dikarenakan akibat pantulan gelombang saat pengukuran yang sangat mempengaruhi kuat medan yang diterima Antena, kondisi pengukuran antenna pada simulasi menggunakan kondisi ideal (pengukuran tanpa ada pengaruh

interferensi dari bahan lain), bahan dari Antena *array mikrostrip collinear* 4 elemen, dimensi dari antena dan pemberian tanda pada sudut jepit antena serta jarak pengukuran yang kurang presisi serta *losses* kabel penghubung yang digunakan.

SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya dalam perancangan sebuah antena yang perlu diperhatikan adalah bahan dari antena, *matching* antena serta ketelitian dalam perancangan dan pengukuran, hal - hal tersebut akan sangat mempengaruhi performa dari antena yang akan dirancang.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambah jumlah *array* antena dan banyaknya jumlah *collinear* yang digunakan
3. Untuk penelitian selanjutnya dalam pengukuran antena, sebaiknya dihitung juga daerah *Fresnel zone* dari antena ke pemancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhiruddin, 2011. *Perancangan Antenna Helix 4 Lilitan Hubung Array 2,4 Ghz Pada Mode Axial Untuk Aplikasi Wireless Lan*. Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Alaydrus, M. 2011. *Antena Prinsip dan Aplikasi*. Graha Ilmu : Yogyakarta
- Ansoft corporation, 2003. *Ansoft High Frequency Structure Simulator v.10 User's Guide*: USA.
- Balanis, A. C. 1982. *Antenna Theory Analysis and Design*. Harper & Row, Publisher, Inc. : New York.
- Garg, R., Bhartia, P., Bahl, I., dan Ittiboon, A. 2001. *Microstrip Antenna Design Handbook* , Artech House Inc, : London.
- Kraus, D. J. 1988. *Antenna*, McGraw-Hill Book Company, inc. :New York, United State of America.
- Maharaja, Wiro J. 2010. *Perancangan Antena Helix 2,4 GHz pada Mode Axial Untuk Aplikasi Wireless Lan*. Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Nagy, Lajos. Farkasvölgyi, andrea. And Dady, Róbert. 2009. *Low Profile Circular Yagi-Uda and Planar Collinear Monopole Antenna Comparison*. Department of Broadband Infocommunications and Electromagnetic Theory Budapest University of Technology and Economics: hungary
- Orban, D., dan Moernaut, G.J.K., 2001, *The Basics Of Patch Antennas*, Orban Microwave Product.
- Pozar, David M. 2007. *Personal Computer Aided Antenna Design*. Antenna Design Associates, Inc: Leverett, USA
- Putra, Syachrir Eka. 2013. *Peningkatan Unjuk Kerja Antena Yagi Mikrostrip Dengan Teknik Defected Ground Structure (DGS) Dumbell Untuk Aplikasi Indoor Wireless LAN 2.4 GHz*. Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Putri, Yunita A. 2008. *Desain Dan Realisasi Antenna Mikrostrip Patch Array 2,44 GHz Dengan Flat Reflector Untuk Aplikasi Wireless LAN*. Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Rahmadyanto, Heri. 2009. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Slot Triangular Array 8 Elemen dengan Pencatuan Microstrip Feed Line Secara Tidak Langsung untuk Aplikasi CPE WIMAX*. Skripsi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Samudra, A. 2006. *Modifikasi Antena Telex Dari 2-M Band Ke 70 Cm Band serta Analisa Susunan Array 4 Antena*, Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram
- Stuzman, W. L. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Wiley & Sons, Inc. :Canada.
- Tang, C.H. 1954. *The Collinear Antenna Array With A Section Of Two-Wire Lines As Coupling Element*. Cruft Laboratory Harvard University Combridge : Mccachusetts