

RANCANG BANGUN ANTENA MICROSTRIP CIRCULAR ARRAY FOUR ELEMENT 2,4 GHZ DENGAN POLA RADIASI BIDIRECTIONAL

Erfan Achmad Dahlan, Dwi Fadila K, Robie Tawakal

Abstrak – Kondisi infrastruktur dan tata letak gedung pada node pemasangan wireless LAN yang tidak sesuai dengan karakteristik antena bawaan *access point* yaitu *omnidirectional* membuat sarana *hotspot* menjadi kurang maksimal. Pada kasus lain ada kalanya suatu saat *hotspot* mengalami gangguan di beberapa titik. Dan penanganan gangguan ini biasanya memerlukan waktu beberapa hari bahkan berlarut-larut dan ini sangat menyita kebutuhan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna dari fasilitas internet *hotspot* yang disediakan. Idealnya sarana *backup* jaringan sangat perlu diadakan, salah satu cara diantaranya dengan membuka akses titik *hotspot* baru di titik yang sama untuk sarana *backup*. Perancangan dan pembuatan antena mikrostrip akan menggunakan substrat FR4 dengan elemen peradiasi berbentuk lingkaran (*circular*) dengan slot yang disusun secara *array* dengan jumlah elemen peradiasi 4 elemen. Penyusunan secara *array* ini selain akan meningkatkan gain juga menghasilkan pola radiasi yang bersifat unik. Hasil pembuatan antena mikrostrip *circular array* memiliki dimensi panjang = 123,17 mm, lebar = 103,6 mm, dan ketebalan = 1,8 mm, antena mikrostrip *circular array four element* yang dirancang pada frekuensi kerja 2,4 GHz dan memiliki nilai VSWR sebesar 1,29; *return loss* sebesar -17,949 dB; nilai *gain* sebesar 6,21 dBi; nilai *directivity* sebesar 8,76 dB. Bentuk pola radiasi mikrostrip *circular array four element* adalah *bidirectional* dengan 90° ($\theta_{HP} = 90^\circ$) dan $60,5^\circ$ ($\theta_{HP} = 60,5^\circ$) pada frekuensi 2,4 GHz.

Kata Kunci : Antena Mikrostrip, Pola Radiasi, FR4, 2,4 GHz, Access Point

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi komunikasi data dan layanan multimedia menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, khususnya komunikasi internet *wireless* LAN. Saat ini data statistik di Jawa Timur sedikitnya menunjukkan sekitar 1000 titik *hotspot* telah terpasang dan *online* untuk akses jaringan internet dan 65 titik

diantaranya telah terpasang di kota Malang. Banyak universitas saat ini pun mulai bersaing untuk menyediakan layanan internet kampus *free access* sebagai fasilitas untuk menunjang sarana kebutuhan khususnya teknologi informasi. Perancangan titik akses untuk pembangunan jaringan *wireless* LAN (WLAN) dilakukan untuk optimalisasi dari jaringan internet yang telah ada sebelumnya.

Telkom *hotspot* speedy adalah salah satu contoh layanan internet kampus *free access* yang saat ini telah mengimplementasikan program internet *hotspot wireless* LAN pada setiap fakultas di Universitas Brawijaya. Dengan jaringan eksisting yang telah ada berupa jaringan kabel telepon, Telkom Speedy memiliki satu keunggulan dengan menerapkan teknologi *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL) internet high speed dengan kompatibilitas yang tinggi. Berdasarkan standar *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) ada 5 protokol teknologi *wireless* untuk kelompok 802.11 yaitu 802.11a, 802.11b, 802.11e, 802.11f, dan 802.11g. Dari kelima standar protokol yang ada, protokol 802.11b, 802.11a dan 802.11g yang paling banyak digunakan. *Wireless* LAN yang dipakai khususnya yang telah diimplementasikan di jurusan teknik elektro menggunakan standar 802.11b dan 802.11g dengan frekuensi 2,4 GHz.

Internet *hotspot wireless* LAN (WLAN) telah digunakan secara meluas khususnya hampir di seluruh fakultas di universitas Brawijaya, namun kondisi infrastruktur dan tata letak gedung pada node pemasangan *wireless* LAN yang tidak sesuai dengan karakteristik antena bawaan *access point* yaitu *omnidirectional* yang mempunyai pola penyebaran kesegala arah membuat sarana *hotspot* menjadi kurang maksimal. Pada kasus lain ada kalanya suatu saat *hotspot* mengalami gangguan di beberapa titik. Dan penanganan gangguan ini biasanya memerlukan waktu beberapa hari bahkan berlarut-larut dan ini sangat menyita kebutuhan informasi yang dibutuhkan oleh para mahasiswa dari fasilitas internet *hotspot* yang disediakan. Idealnya sarana *backup* jaringan sangat perlu diadakan. Salah satu cara diantaranya dengan membuka akses titik *hotspot* baru di titik yang sama untuk sarana *backup*. Namun cara ini kurang efisien dan

, CO 80523 USA (e-mail: author@lamar.colostate.edu).

T. C. Author is with the Electrical Engineering Department of Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (corresponding author provide phone 0341-665144; email coauthor@brawijaya.ac.id)

membutuhkan biaya infrastruktur yang tidak sedikit.

Infrastructure station backup internet hotspot merupakan salah satu solusi alternatif untuk *menghandle wireless hotspot* yang suatu ketika terjadi gangguan pada satu titik tersebut dan memerlukan perbaikan dari network provider bersangkutan selama beberapa waktu. Prosedurnya adalah dengan memanfaatkan titik *hotspot* lain yang terdekat sebagai sarana *backup* sementara selama proses *recovery* pada titik *hotspot* yang mengalami gangguan, sehingga ketika terjadi gangguan pada salah satu titik maka untuk sementara waktu akses internet dapat di *backup* dengan cepat.

Access Point (AP) adalah sebuah piranti half-duplex yang berfungsi untuk membuka sebuah titik akses *hotspot* yang dapat mentransmisikan data melalui gelombang radio RF. Salah satu komponen penting dari AP adalah antenna. Fungsi antenna adalah sebagai media peralihan antara ruang bebas dengan saluran transmisi dimana terjadi perubahan energi gelombang elektromagnetik menjadi energi listrik atau sebaliknya. Kualitas sebuah antenna sangat mempengaruhi kualitas informasi yang diterima. Karakteristik antenna yang tepat juga dibutuhkan untuk mengkonfigurasi mode *acces point* menjadi pemancar ataupun penerima yang maksimal. Jenis antenna pada AP yang paling umum digunakan biasanya memiliki pola radiasi ke segala arah (*omnidirectional*). AP berspesifikasi *detachable* antenna merupakan model dari produk fabrikasi AP yang dapat dilepas antenanya, sehingga dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Dalam penyusunan tugas akhir ini, *detachable* antenna akan digantikan dengan antenna mikrostrip *directional* dengan pola radiasi yang diharapkan mempunyai pola pada suatu bidang tertentu. Hal ini dikarenakan AP akan difungsikan sebagai *infrastructure mode*, yang nantinya dapat berfungsi sebagai *receiver (client mode)*. Namun tidak menutup kemungkinan secara praktis akan diuji coba sebagai pemancar.

Antena mikrostrip merupakan antenna yang tersusun atas bagian lapisan tipis konduktor berbahan metal atau logam di atas sebuah substrat yang dapat merambatkan gelombang elektromagnetik sedang pada salah satu sisi lain dilapisi konduktor sebagai bidang pentanahan (*ground plane*). Perancangan dan pembuatan antenna mikrostrip akan menggunakan substrat FR4 dengan elemen peradiasi berbentuk lingkaran (*circular*) dengan slot yang disusun secara *array* dengan jumlah elemen peradiasi 4 elemen. Penyusunan secara *array* ini selain akan meningkatkan gain juga menghasilkan pola radiasi yang bersifat unik.

II. PEMBAHASAN

A. Perencanaan dan Simulasi

Untuk menentukan dimensi elemen peradiasi maka terlebih dahulu harus direncanakan nilai frekuensi kerja (f_r) yaitu 2400 MHz dengan nilai perambatan diruang

bebas (c) sebesar 3×10^8 m/s. Dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \text{ m}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{2400 \times 10^6} = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$$

Maka panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip dapat dihitung dengan persamaan (2.8):

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \text{ m}$$

$$\lambda_d = \frac{0,125}{\sqrt{4,5}} = 0,0589 \text{ m}$$

Kemudian dihitung besarnya radius (a) elemen peradiasi antenna mikrostrip dengan persamaan (2-23):

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

Terlebih dahulu dilakukan penghitungan fungsi logaritmik F. Dengan $f_r = 2400 \text{ MHz}$; (ϵ_r) = 4.5, maka nilai fungsi logaritmik F dapat dihitung dengan persamaan (2-24):

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{2,400 \times 10^9 \sqrt{4,5}}$$

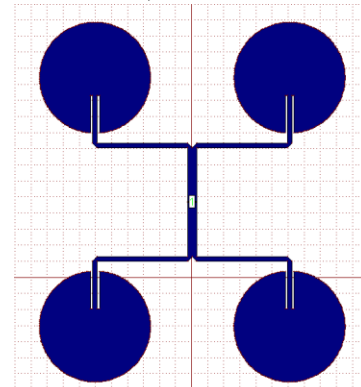
$$= 1,727$$

Maka besar radius elemen peradiasi (a) untuk frekuensi 2400 MHz adalah:

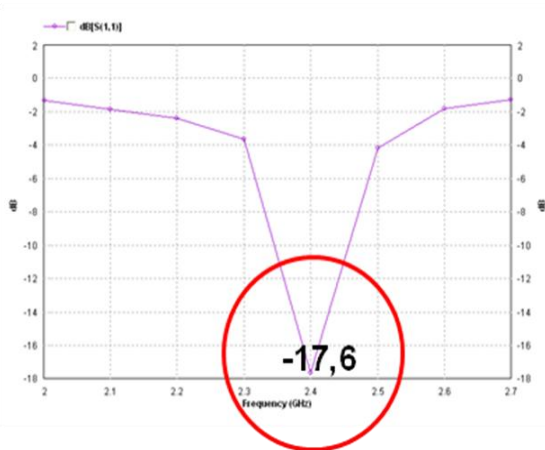
$$a = \frac{1,727}{\left\{ 1 + \frac{2(1,6 \times 10^{-3})}{3,14 \times 4,5 \times 1,727} \left[\ln \left(\frac{3,14 \times 1,727}{2(1,6 \times 10^{-3})} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}}$$

$$= 1,726 \text{ cm}$$

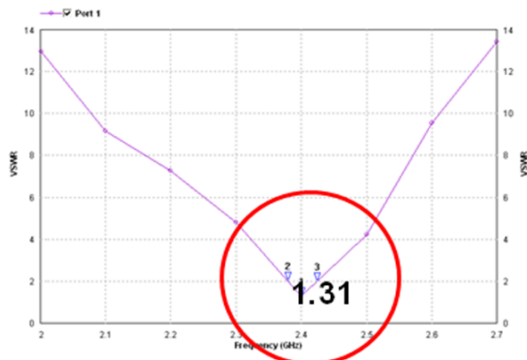
Jadi untuk elemen peradiasi pada frekuensi 2400 MHz dimensinya adalah $a = 1,726 \text{ cm}$



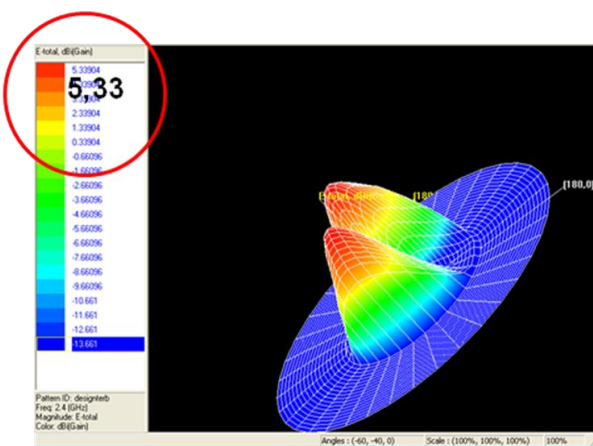
Gambar 3.1 Perancangan empat elemen peradiasi



Grafik 3.2 Grafik return loss terhadap frekuensi



Grafik 3.3 Grafik VSWR terhadap frekuensi

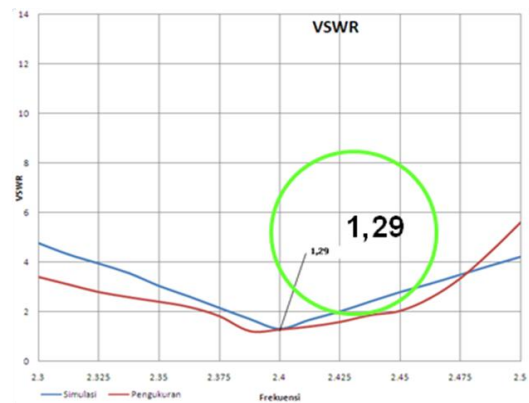


Gambar 3.4 Gain pattern 3D pada empat elemen peradiasi

Pada perancangan empat elemen peradiasi, pada frekuensi 2,4 GHz didapatkan nilai Return Loss -17,617 dB, nilai VSWR 1.31 nilai gain 5,33 dBi.

B. Fabrikasi dan Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, antenna *microstrip circular array* ini memiliki nilai VSWR yang berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz antenna memiliki nilai VSWR sebesar 1,29. Hal ini berarti antenna ini dapat bekerja pada frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas $1 \leq \text{VSWR} < 2$.



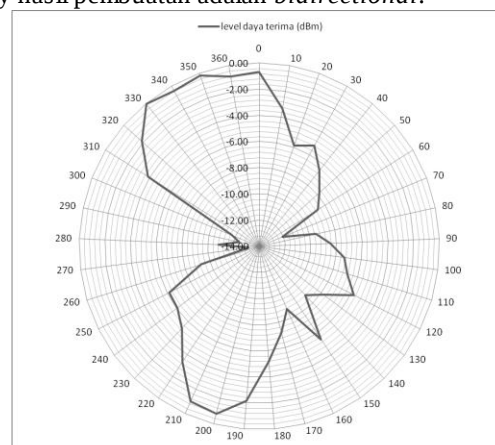
Grafik 3.5 Fungsi VSWR terhadap frekuensi

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat diketahui antenna *microstrip circular array* ini memiliki nilai *return loss* yang berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz, antenna memiliki nilai *return loss* sebesar -17,949 dB. Hal ini berarti antenna dapat bekerja dengan frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas yang diijinkan yakni $< -10\text{dB}$.

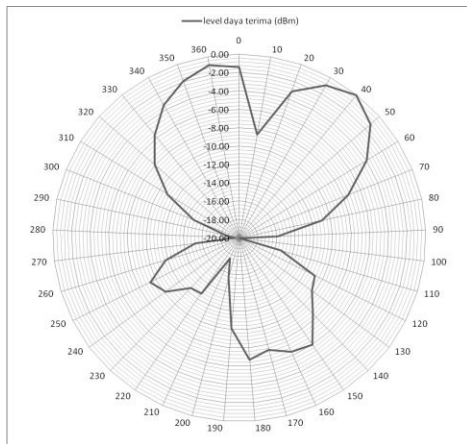


Grafik 3.6 Fungsi return loss terhadap frekuensi

Berdasarkan data hasil pengukuran pola radiasi bidang horizontal dan vertikal di atas, dapat digambarkan bentuk pola radiasi antenna hasil pengukuran pada diagram *polar* sebagaimana tampak dalam gambar. Berdasarkan gambar, dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antenna *microstrip circular array* hasil pembuatan adalah *bidirectional*.



Grafik 3.7 Bentuk pola radiasi bidang horizontal antenna *microstrip circular array*



Grafik 3.8 Bentuk pola radiasi bidang vertikal antenna *microstrip circular array*

Transmitter mengirimkan data yang telah berbentuk deret bilangan heksadesimal dan telah dipotong-potong menjadi beberapa paket oleh bagian pengontrol PDU pada PC. Data tersebut dilewatkan sebagai sinyal DTMF dan dedeteksi di *receiver*. Secara rutin, setiap 1 paket terkirim, terdapat sinyal sinkronisasi dari *receiver* yang memberitahukan pada *transmitter* tentang berhasil tidaknya paket diterima. Saat semua paket data telah terkirim dengan baik, hubungan kanal suara ditutup oleh *receiver*. Potongan paket lalu disusun kembali menjadi deret heksadesimal utuh. Deret tersebut lalu diubah kembali ke bentuk *file* aslinya.

III. HASIL

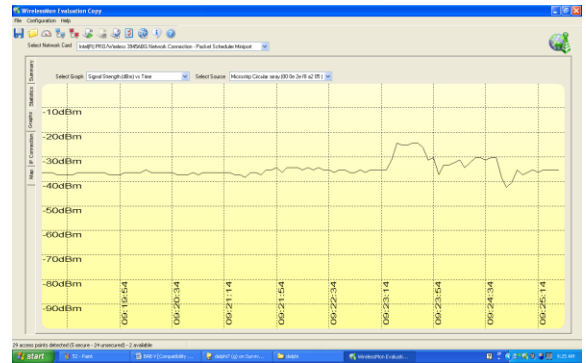
A. Implementasi dan Pengujian Antena

Implementasi antena pada aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah antena *microstrip* dapat berfungsi sebagai antena pemancar dan penerima pada access point wi-fi 2,4 Ghz yang tersedia dipasaran sesuai dengan karakteristik dari parameter-parameter yang telah didapat dari pengukuran. Pengujian dilakukan dengan 2 tahap yaitu memfungsikan antena sebagai pemancar dan sebagai penerima dengan menggunakan software wireless monitoring dan access point minitar MWAPG.

Untuk pengujian sebagai pemancar kita dapat melihat grafik level daya terima pada client sebagai berikut:

1) Pengujian pada jarak 15 m

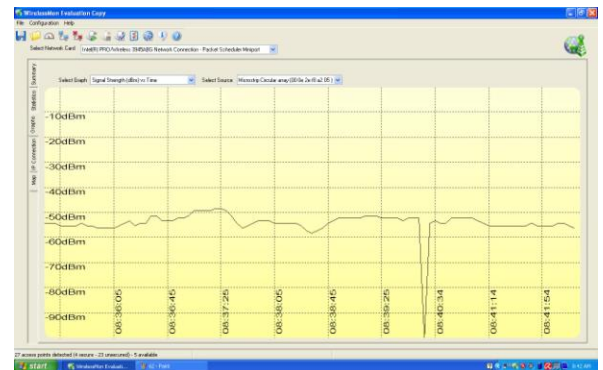
Pada jarak 15 meter kondisi sinyal masih dapat diterima dengan baik sampling rate yang dipakai sebesar 3 s dengan delay 10 m/s. Dari grafik dapat kita lihat bahwa wireless card dari client mampu menerima dari -25 dBm hingga -33dBm pada jarak 15 m dari antena *microstrip circular array* yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar. Pada client server telah dikondisikan sebelumnya untuk mentransfer sebuah file



Grafik 4.1 Gambar level daya terima pada jarak 15 m

2) Pengujian pada jarak 30 m

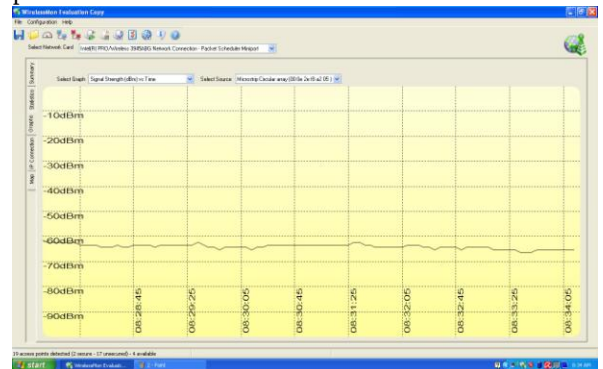
Pada jarak 30 meter kondisi sinyal masih dapat diterima oleh client. Namun level daya terima turun pada selang -48dBm hingga -50 dBm pada jarak 30 m dari antena *microstrip circular array* yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar. Ada sebuah kondisi dimana sinyal menjadi melemah, hal ini disebabkan karena banyak faktor diantaranya adanya dinding penghalang antara sever-client



Grafik 4.2 Level daya terima pada jarak 30 m

3) Pengujian pada jarak 45 m

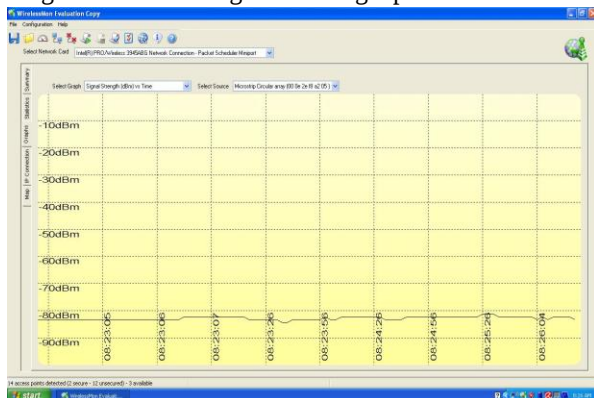
Dari grafik pengujian pada jarak 45 m dapat diketahui kondisi sinyal hampir sama dengan pengujian sebelumnya namun lebih stabil. level daya terima turun pada selang -60dBm hingga -65 dBm pada jarak 45 m dari antena *microstrip circular array* yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar.



Grafik 4.3 Level daya terima pada jarak 45 m

4) Pengujian pada jarak 60 m

Pada jarak 60 meter kondisi sinyal masih dapat diterima oleh client. Namun level daya terima turun pada selang -81dBm hingga -83 dBm pada jarak 30 m dari antenna mikrostrip circular array yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar.



Grafik 4.4 Level daya terima pada jarak 60 m

Untuk mode *access point* sebagai penerima setelah melakukan *scanning site survey* didapatkan hasil sebagai berikut :

SSID	BSSID	Channel	Type	Encrypt	Signal	Select
Pusdiklat-7	00:1d:0f:e6:c9:e6	7 (B+G)	AP	WEP	33	☐
Pusdiklat-4	00:1d:0f:e6:cc:62	4 (B+G)	AP	WEP	32	☐
CSMBLT33_128	00:02:6f:4d:83:01	9 (B)	AP	no	23	☐
terasnet-06	00:02:6f:4a:15:0e	8 (B)	AP	WEP	20	☐
RobiN	00:02:6f:42:05:6b	10 (B)	AP	WEP	16	☐
AP-POJOK-RASE2	00:02:6f:4c:66:ee	3 (B)	AP	no	15	☐
Pusdiklat-5	00:1d:0f:e6:b6:8c	5 (B+G)	AP	WEP	15	☐
Pusdiklat-6	00:1d:0f:e6:c2:20	6 (B+G)	AP	WEP	10	☐
ITHB	00:30:1a:03:18:6b	10 (B)	AP	no	7	☐
CSSTB35_160	00:02:6f:50:df:03	4 (B)	AP	no	6	☐

Gambar 4.5 Proses *scanning site survey*

Pada pengujian antenna *microstrip circular array* sebagai penerima dengan *firmware* MWAPG ver.125 dapat kita ketahui bahwa antenna dapat menerima hingga 7 *channel*. Banyaknya *channel* yang masuk sangat bergantung kondisi pemancar di sekitar yang menggunakan *channel* yang berbeda-beda

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan antenna, pembuatan antenna, pengujian dan pengukuran antenna, serta analisis parameter-parameter antenna, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Antenna *microstrip circular array four element* ini dibuat dengan menggunakan bahan FR-4 dengan nilai Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4.5

Dengan dimensi antenna setelah dioptimasi sebagai berikut :

4 Elemen Peradiasi dengan ukuran yang sama:

$$\begin{aligned} a &= 1.72567; \\ y_0 &= 1.15 \text{ cm}; \\ W_0 &= 1.42 \text{ mm}; \\ L_t &= 14.73 \text{ mm}; \\ L_1 &= 29.5 \text{ mm}; \\ L_{2\text{optim}} &= 17.14 \text{ mm} \\ W_1 &= W_0 = 1.42 \text{ mm}; \\ W_2 &= 2.84 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Nilai VSWR antenna mikrostrip *circular array* hasil pembuatan berbeda-beda tiap frekuensi. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz antenna memiliki nilai VSWR sebesar 1,29. Hal ini berarti antenna ini dapat bekerja pada frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas $1 \leq \text{VSWR} < 2$.
3. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz, antenna memiliki nilai *return loss* sebesar -17,949 dB. Hal ini berarti antenna dapat bekerja dengan frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas yang diijinkan yakni $< -10\text{dB}$.
4. Nilai *gain* antenna mikrostrip *circular array* pada frekuensi kerja yang direncanakan, yaitu 2,4 GHz memiliki nilai *gain* sebesar 6.21 dBi.
5. Hasil pengukuran pola radiasi, untuk bidang horizontal maupun vertikal yang diplotkan pada diagram polar, menunjukkan bahwa bentuk pola radiasi mikrostrip *circular array* dual frekuensi hasil pembuatan adalah *bidirectional* dengan $90^\circ (\theta_{HP} = 90^\circ)$ dan $60,5^\circ (\theta_{HP} = 60,5^\circ)$ pada frekuensi 2400 MHz. Hasil pengukuran polarisasi menunjukkan bahwa antenna mikrostrip *circular array* memiliki polarisasi *ellips*.
6. Hasil perhitungan *directivity* menunjukkan antenna ini memiliki nilai *directivity* sebesar 8.76 dB

B. Saran Pengembangan

1. Dalam melakukan fabrikasi antenna khususnya pada proses pengetchingan sebaiknya digunakan alat yang lebih presisi dari sehingga lekukan pada sudut-sudut elemen peradiasi memiliki resolusi yang tinggi
2. Dalam melakukan pengukuran, untuk ketepatan dan ketelitian hasil pengukuran disarankan agar pengukuran dilakukan di tempat yang bebas dari benda-benda yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Disarankan untuk melakukan pengujian dan pengukuran di dalam ruangan yang disebut *Anechoic Chamber*.
3. Perencanaan antenna mikrostrip dapat menggunakan bahan lain dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) yang berbeda. Untuk elemen peradiasi, selanjutnya dapat digunakan model lain dengan bentuk *array* ataupun *single* elemen yang bekerja dalam range frekuensi yang sama agar dapat dilakukan perbandingan performansi antenna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition*. John Wiley and Sons, Inc
- [2] E. Collin, Robert. 1985. *Antennas and Radio Wave Propagation*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [3] Purbo W. Onno 2005. *Internet Wireless dan Hotspot*, Elex Media Komputindo Gramedia, Jakarta
- [4] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. McGraw-Hill International, New York
- [5] Aswoyo, Budi, Muhammad Milchan, “*Basic Prinsiple Of Antena*”, Radio Communication Training, PENS-ITS, 6 – 16 Desember 2004
- [6] Herrera, Juan M. 1999. *Micropatch Antenna Array*. T.A Lee Romsey
- [7] Lagerqvist, Johan. 2002. *Design and Analysis of an Electrically Steerable Microstrip Antenna for Ground to Air Use*. Lulea University of technology. Thesis
- [8] Leung, Martin. 2002. *Microstrip Antenna Using Mstrip40*. Division of Management and Technology University of Canberra Act 2601
- [9] Liao, S Y. 1987. *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design, 2nd Edition*. Souders College Publishing, New York
- [10] Mufti, N Ardiansyah. 2004. *Sistem Antena dan Pengukuran Antena, Modul 6. Mobile Communication Laboratory STT Telkom*, Bandung
- [11] Pratama, Ariestya Yoga. 2008. *Perencanaan dan Pembuatan Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frekuensi* Tugas Akhir, Fakultas Teknik Univesitas Brawijaya, Malang.
- [12] Punit, Nakar S. 2004. *Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Wireless/Cellular Devices*. The Florida State University. Thesis
- [13] Stutzman, Warren L. and G. A. Thiele. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Willey and Son, New York.