

MICROSTRIP ANTENNA DESIGN SIMULATION FOR WIRELESS FIDELITY APPLICATION 802.11A STANDARD ON 5.8 GHZ

Sukriyah Buwarda

sukriyahbuwarda@unifa.ac.id

Departement Of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Fajar, Makassar

Submitted : 23 Maret 2018 | Accepted : 29 Maret 2018

Abstract

A simulation of microstrip antenna design for Wireless Fidelity (Wi-Fi) application has been done on standard 802.11a 5.8 GHz frequency. Simulation design using High Frequency Structural Simulator (HFSS) v.13. Microstrip antenna is widely used because it is simpler and easier to integrate with other devices. In this research, the rectangular microstrip structure with the irradiation element (patch) is made up of three rectangular parts with a total dimension of 60x35 mm from the perfect electric conductor material. The ground plane is placed at the bottom of the antenna structure with a total dimension of 65x40 mm with the same material as PEC (perfect electric conductor) patch. The feeding technique used is the center probe conductor which is placed in the middle of the irradiation element (patch) with the diameter of 1.5 mm and the height of 1.6 mm from the copper material. Dielectric of FR-4 Epoxy material with relative permittivity 4.4 constants. The design success parameter is evaluated from Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) and Reflection Coefficient (S11). Simulation results show that the antenna can work on the 5.66 GHz frequency band to 5.91 GHz with bandwidth of 250 MHz. at a frequency of 5.8 GHz obtained the value of VSWR 1.14 with the reflection coefficient value S11 -23.19 dB. The electric field distribution (E-field) and the magnetic field (H-field) are the same in all directions in the radiation plane. HPBW is obtained with angle width 52°. It is concluded that the designed microstrip antenna can be used on 802.11a standard Fidelity (Wi-Fi) frequency at 5.8 GHz frequency.

Keyword : Antenna, Microstrip, Wi-Fi 802.11a, HFSS

LATAR BELAKANG

Komunikasi nirkabel saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dengan lahirnya berbagai macam aplikasi yang semakin inovatif dalam segala aspek. Berbagai perusahaan saling berkompetisi untuk melahirkan aplikasi komunikasi bergerak dengan kemampuan yang semakin canggih, desain yang *compact*, dimensi yang kecil, *long life battery*, dan *user friendly* [6].

Sebagai contoh implementasi *Wireless Local Area Network* (WLAN) atau *Wireless Fidelity* (Wifi) yang telah lama digunakan. Awalnya Wi-Fi ditujukan untuk penggunaan perangkat nirkabel dan jaringan area local (LAN), namun saat ini lebih banyak digunakan untuk mengakses internet. Hal ini memungkinkan seseorang dapat menggunakan

komputer atau *Personal Data Assistant* (PDA) untuk terhubung ke internet [12].

Berbagai perbaikan skema dilakukan untuk membuat berbagai piranti yang mendukung kinerja alat-alat komunikasi *mobile*. Salah satu bagian yang terpenting untuk mendukung kinerja alat-alat komunikasi *mobile* tersebut adalah sistem antena [11].

Suatu sistem antena diinginkan memiliki performansi yang luar biasa untuk jaringan nirkabel, cakupan yang bisa mencapai jarak yang jauh dengan redaman yang kecil atau penguatan yang besar dan efisiensi yang tinggi, kebutuhan *bandwidth* yang lebar dan bisa bekerja pada beberapa pita frekuensi [2].

Badan standarisasi *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) sejak tahun 1997 telah mengeluarkan beberapa standar spesifikasi Wi-Fi yang lebih

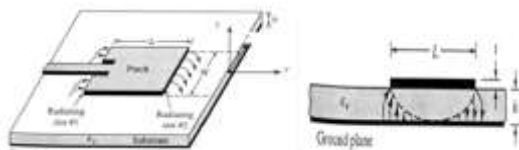
dikenal dengan standar 802.11. Beberapa spesifikasi yang telah ada yaitu 802.11a yang bekerja pada frekuensi 5.8 GHz, sedangkan 802.11b, 802.11g dan 802.11n yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz [4].

Permasalahan yang muncul adalah peralatan yang mendukung standar 802.11b, 802.11g dan 802.11n yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz tidak kompatibel dengan peralatan yang mendukung standar 802.11a yang bekerja pada frekuensi 5.8 GHz khususnya antenna yang digunakan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirasakan perlu untuk membuat sebuah piranti yang dapat mendukung kedua standar tersebut khususnya antenna yang digunakan.

Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat simulasi perancangan antenna yang dapat bekerja pada 802.11a yang bekerja pada frekuensi 5.8 GHz.

TEORI

Konsep mengenai antenna *microstrip* pertama kali diusulkan oleh Deschamps pada tahun 1953. Namun mulai diimplementasikan dan dikembangkan oleh Munson dan Howell pada tahun 1970. Struktur dasar dari sebuah antenna *microstrip* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut [11]:

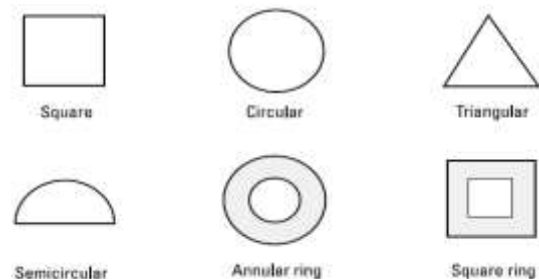


Gambar 1. Struktur Dasar Antena Mikrostrip

Pada Gambar 1 di atas dapat diperhatikan struktur dasar dari sebuah antenna *microstrip* yaitu potongan (*patch*) logam yang biasanya terbuat dari tembaga yang dicetak tipis pada dasar dielektrik yang ditanahkan. *Patch* sebagai pelat yang meradiasikan daya dari sebuah *dielectric*. *Ground plane* dan *patch* dihubungkan oleh sebuah *center conductor* yang biasanya terbuat dari bahan tembaga.

Antena *microstrip* banyak digunakan pada *link* komunikasi antara kapal dengan sistem satelitnya (untuk sistem navigasi), *Global System for Mobile Communication* (GSM), *domestic direct broadcast TV*, *telemetry*, radar, dan paling banyak digunakan yaitu pada *Global Positioning*

System (GPS). Bentuk *patch* sebagai elemen peradiasi antenna *microstrip* bermacam-macam, umumnya digunakan *rectangular* dan *circular* karena lebih mudah dianalisis [11]. Model dasar *patch* antenna *microstrip* yang banyak digunakan ditunjukkan pada gambar 2 [5].



Gambar 2. Model Patch Antena Mikrostrip

Dielektrik merupakan komponen penting pada antenna *microstrip*. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui karakteristik dari dielektrik tersebut dengan mengetahui permitivitas relatif atau konstanta dielektrik. Permitivitas relatif atau konstanta dielektrik adalah sebuah konstanta yang melambangkan rapatnya fluks elektrostatik dalam suatu bahan bila diberi potensial listrik. Permitivitas relatif merupakan perbandingan energi listrik yang tersimpan pada bahan tersebut jika diberi sebuah potensial relatif terhadap ruang hampa. Permitivitas relatif dilambangkan dengan huruf Yunani ϵ_r atau kadang-kadang κ , K , atau Dk .

Pada Tabel 1 ditunjukkan beberapa bahan dielektrik yang tersedia dalam *software* Ansoft HFSS v13 yang biasanya digunakan sebagai substrat dielektrik dalam perancangan sebuah antenna *microstrip*.

Tabel 1. Daftar permitivitas relatif beberapa material [12].

Material	Permitivitas Relatif
Copper	1
RT/Duroid™ 5880	2.2
FR4-Epoxy	4.4
Silicone - Nitrate	7
Mica	5.7
PEC	1
Alumina	9.4
Silicon	11.9
Gallium Arsenide	12.9
Roger 3210	10.2

FR-4 adalah singkatan dari *Flame Retardant-4*, merupakan jenis bahan yang paling banyak digunakan untuk membuat *Printed Circuit Board* (PCB). Harga FR4-Epoxy yang murah dan memiliki sifat mekanik yang baik membuatnya sering digunakan untuk produksi massal produk-produk konsumen elektronik, termasuk sistem *microwave* dan antenna.

Bahan dielektrik lain yang sering dipakai adalah RT/Duroid™ 5880 dengan permitivitas relatif 2.2, dan *loss tangent* 0.0012. Material ini dapat memberikan *bandwidth* yang besar karena permitivitas relatifnya yang rendah [3].

Untuk mencari dimensi antenna *microstrip*, harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang akan digunakan yaitu frekuensi resonansi (f_o), tebal dielektrik (h), dan konstanta dielektrik (ϵ_r) untuk bisa menghitung dimensi *patch* (W dan L). Adapun persamaan matematis yang digunakan untuk menentukan dimensi antenna yaitu panjang (L) dan lebar (W) tersebut adalah sebagai berikut [5]:

- Lebar (W) *microstrip patch antenna* diberikan oleh persamaan sebagai berikut,

$$W = \frac{c}{2f_o \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots \dots \dots (1)$$

- Permitivitas relatif efektif (ϵ_{reff}), dari persamaan diatas memberikan permitivitas relatif efektif sebagai,

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

- Panjang *patch* (L) diberikan sebagai,

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \dots \dots \dots (3)$$

dengan panjang efektif (L_{eff})

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}} \dots \dots \dots (4)$$

dan panjang tambahan (ΔL)

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

dimana,

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$f_o = \text{frekuensi resonansi (Hz)}$$

- ϵ_r = permitivitas relatif
- ϵ_{reff} = permitivitas relatif efektif
- W = lebar *patch* (mm)
- h = tinggi substrat (mm)
- L = panjang *patch* (mm)
- L_{eff} = panjang efektif *patch* (mm)
- ΔL = panjang tambahan *patch* (mm)

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

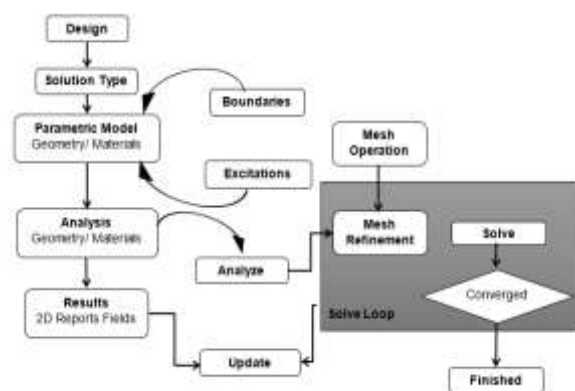
Spesifikasi sistem yang digunakan pada perancangan antenna menggunakan *software* Ansoft *High Frequency Structural Simulator* (HFSS) v.13 adalah processor 1.90 GHz, *hard drive space* (untuk *software* HFSS) 500 GB, dan RAM 4 GB. Sedangkan untuk optimalnya, konfigurasi minimum yang direkomendasikan untuk *Platform Windows* adalah processor 1 GHz, *hard drive space* (untuk *software* HFSS dan *temporary files*) 500 MB, dan RAM 2 GB. Sistem operasi yang yang mendukung adalah Windows 7 dan Windows 8 32-bit *operating system*.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2017 di Laboratorium Teknik Elektro Unifa.

Prosedur Analisis

Langkah perancangan simulasi antenna digambarkan dengan diagram alir seperti berikut :



Gambar 3. Langkah perencanaan desain *microstrip antenna* pada *software* ansoft *high frequency structural simulator* (HFSS)

Langkah perancangan dimulai dengan menentukan frekuensi kerja yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan frekuensi kerja 5.8 GHz sesuai standar *Wireless Fidelity* 802.11a. Parameter selanjutnya yang

ditentukan adalah permitivitas relatif (ϵ_r) dari dielektrik yang digunakan yaitu FR-4 Epoxy dengan (ϵ_r) = 4.4. Dimensi antenna yaitu lebar patch (W) selanjutnya dihitung berdasarkan persamaan (1), panjang patch (L) dihitung dengan persamaan (3), panjang patch efektif L_{eff} menggunakan persamaan (4) dan panjang tambahan ΔL menggunakan persamaan (5).

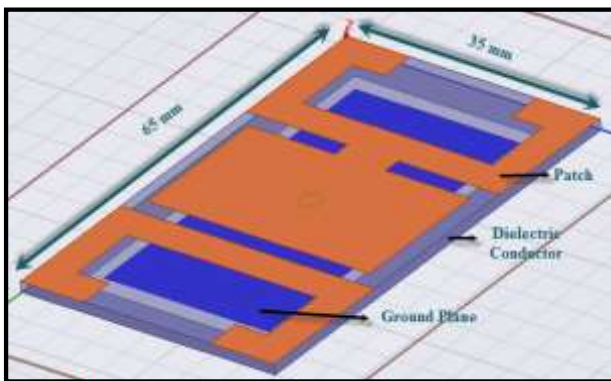
HASIL

Langkah-langkah perhitungan secara matematis berdasarkan persamaan (1) sampai persamaan (5) dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Frekuensi kerja (f_0) 5.8 GHz
- Permitivitas relative (ϵ_0) FR-4 Epoxy 4.4
- Tebal substrate (h) 1.6 mm
- Light velocity (c) 3×10^8 m/s
- Permitivitas efektif (ϵ_{eff}) 4.085
- Lebar patch (w) 35 mm
- Panjang patch (L) 60 mm
- Dimensi substrate (WgxLg) 60x45 mm
- Lebar feed (Wf) 3 mm
- Panjang feed (Lf) 4.8 mm.

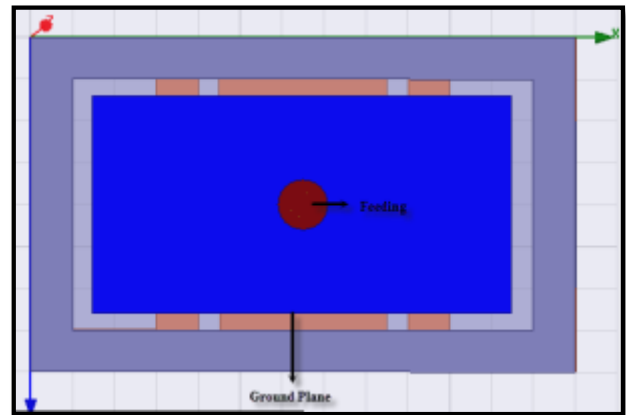
Hasil rancangan simulasi ditunjukkan pada gambar berikut :

Struktur antenna pada bagian atas adalah elemen peradiasi (patch) 35x60 mm dari material *perfect electric conductor* (patch), tebal dielectric (h) 1.6 mm. Material yang digunakan adalah FR-4 Epoxy dengan permitivitas relative 4.4.



Gambar 4. Desain elemen peradiasi (tampak atas)

Ground plane terletak pada bagian bawah dari struktur antenna dengan dimensi 50x26 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Teknik feeding yang digunakan adalah *center probe conductor* dengan diameter 1.5 mm dan tinggi setebal dielektrik 1.6 mm.



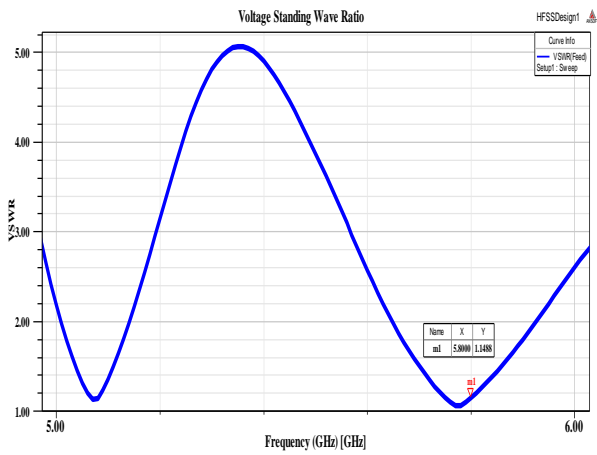
Gambar 5. Desain *ground plane* (tampak bawah)

PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi, didapatkan beberapa parameter antenna yang bisa menjadi ukuran keberhasilan unjuk kerja sebuah antenna yaitu *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, reflection coefficient (S_{11}), *bandwidth*, pola radiasi dua dimensi dan tiga dimensi. Ditunjukkan pula pola penjalaran atau distribusi arus medan listrik dan medan magnetnya. Selain parameter tersebut diperoleh pula parameter Half Power Beamwidth (HPBW) yang menunjukkan lebar berkas pancaran utama yang nilai dayanya setengah dari *main lobe*.

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{max}$) dengan minimum ($|V|_{min}$). Pada saluran transmisi ada dua gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_o^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_o^-). Perbandingan tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut koefisien refleksi tegangan (r). VSWR menunjukkan banyaknya tegangan yang terpantul kembali ke sumber akibat ketidak-*matching*-an impedansi saluran (Z_0) dengan impedansi beban (Z_L) sehingga tidak semua dapat diserap pada beban. Untuk kondisi ideal, nilai VSWR yang dipersyaratkan adalah $VSWR = 1$, akan tetapi kondisi ini sangat sulit bahkan mustahil didapatkan pada kondisi *real*. Namun antenna dikatakan dapat bekerja dengan baik jika $VSWR \approx 1$ atau $1 \leq VSWR \leq 2$. Nilai VSWR ditunjukkan sebagai berikut :

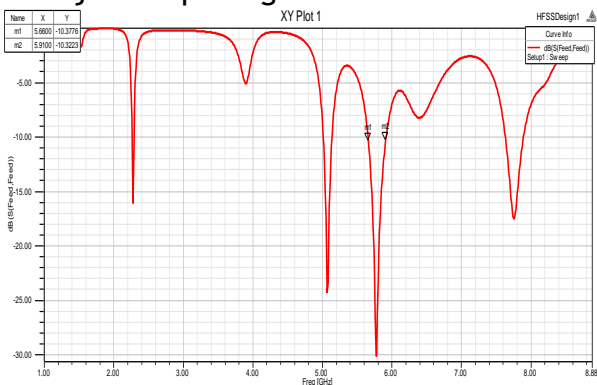


Gambar 6. VSWR

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada frekuensi 5.8 GHz diperoleh nilai VSWR 1.14 yang ditunjukkan pada Gambar 6 dengan symbol m1.

Reflection Coefficient (S_{11})

Koefisien refleksi sekaligus menunjukkan daerah resonan frekuensi mana yang menunjukkan unjuk kerja terbaik dari suatu antenna, dalam hal ini digunakan pendekatan $S_{11} \leq -10$ dB. Hasil simulasi ditunjukkan pada gambar 7 berikut :



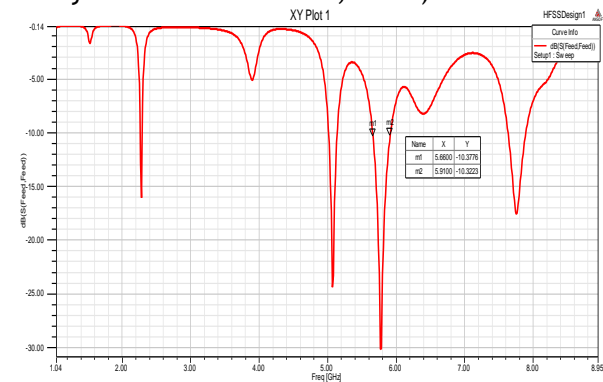
Gambar 7. Koefisien Refleksi S_{11}

Hasil simulasi parameter koefisien refleksi S_{11} pada Gambar 7 menunjukkan bahwa daerah dengan koefisien refleksi $S_{11} \leq -10$ dB yaitu pada frekuensi 5.66 GHz (m1) sampai 5.91 GHz (m2). Daerah tersebut sekaligus menunjukkan daerah kerja (bandwidth) antenna mikrostrip yang dirancang.

Bandwidth

Bandwidth atau lebar pita frekuensi pada antenna didefinisikan sebagai daerah kerja suatu antenna mikrostrip yang diperoleh berdasarkan karakteristik koefisien refleksi yaitu daerah dengan nilai koefisien refleksi S_{11}

bernilai di bawah -10 dB (beberapa referensi menyatakan di bawah -9,54 dB).



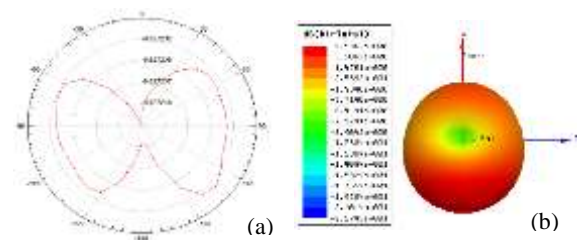
Gambar 8. *Bandwidth*

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa dengan frekuensi band atas (f_u) 5.91 GHz dan band bawah (f_L) 5.66 GHz dan frekuensi tengah 5.8 GHz, maka dihasilkan *bandwidth* dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$BW = \frac{f_u - f_L}{f_c} \times 100\%$$

Sehingga diperoleh *bandwidth* sebesar 4.31 %. *Bandwidth* ditulis dalam bentuk persentase karena bersifat relatif lebih konstan terhadap frekuensi.

Pola Radiasi

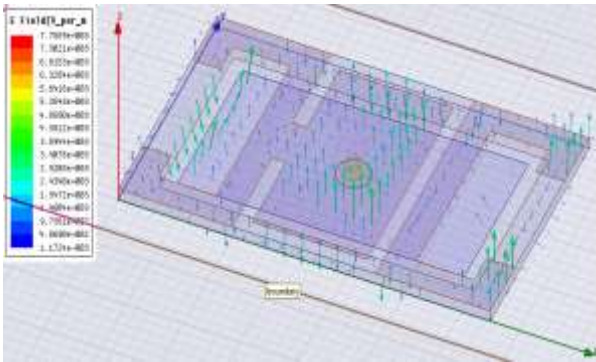


Gambar 9. Pola Radiasi dua (a) dan tiga (b) dimensi

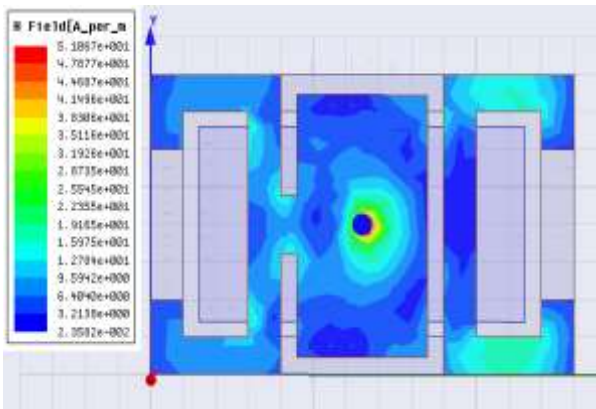
Pola radiasi merupakan gambaran sifat-sifat radiasi suatu antenna yang diakibatkan oleh arus listrik dalam suatu kawat yang selalu dikelilingi oleh medan magnetis.

Distribusi Medan Listrik dan Medan Magnet

Distribusi medan listrik (*E-field*) dan medan magnet menunjukkan intensitas listrik dan magnet pada tiap titik antenna pada saat memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik.



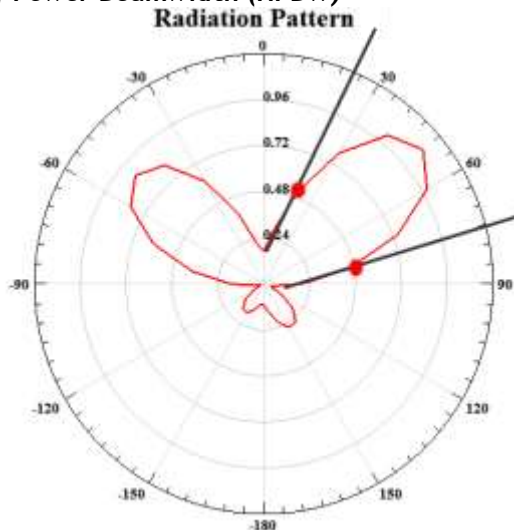
Gambar 10. Distribusi medan listrik (*E-field*)



Gambar 11. Distribusi medan magnet (*H-field*)

Hasil simulasi pada Gambar 10 menunjukkan distribusi medan listrik yang menunjukkan arah penjalaran medan listrik (*E-field*) yang di plot pada satu waktu tertentu, sedangkan Gambar 11 menunjukkan distribusi medan magnetis pada bidang radiasi antenna yang diplot pada satu waktu tertentu

Half Power Beamwidth (HPBW)



Gambar 12. Distribusi medan magnet (*H-field*) Half Power Beamwidth menunjukkan lebar berkas pancaran utama (*main lobe*) yang memiliki nilai daya setengah dari nilai maksimum pancaran utamanya. Dari Gambar

12 diperoleh HPBW dengan sudut 52° .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi beberapa parameter pada perancangan antenna Wi-Fi pada frekuensi 5.8 GHz diperoleh kesimpulan bahwa antenna tersebut dapat digunakan pada aplikasi *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) standarisasi 802.11a antenna mikrostrip dapat bekerja pada rentang frekuensi yang cukup lebar sebesar 250 MHz dengan frekuensi atas ($f_u = 5.91$ GHz) dan frekuensi bawah ($f_L = 5.66$ GHz). Rasio tegangan gelombang berdiri (*VSWR*) diperoleh mendekati angka ideal ($VSWR=1$) yaitu 1.14 dengan nilai terkecil koefisien refleksi S_{11} mencapai -30 dB. Persentase *bandwidth* relative terhadap frekuensi yang diperoleh sebesar 4.31 %. Distribusi medan listrik (*E-field*) menunjukkan penjalaran yang sama pada seluruh bidang elemen peradiasi yang menunjukkan antenna memancarkan medan listrik sama baiknya pada bidang. Distribusi medan magnet (*H-field*) diperoleh paling kuat pada titik tengah feeding. *Half Power Beamwidth* (HPBW) yang diperoleh sebesar 52° .

REFERENSI

- [1] Balanis C.A. (1989). *Advanced Engineering Electromagnetics*, John Wiley & Sons, New York.
- [2] Balanis C. A. (2005). *Antenna Theory Analysis and Design*. 3rd Edition. New Jersey : John Wiley and Sons, Inc., Publication.
- [3] Chen W., Lee Fong K. (1997). *Advances in Microstrip Antennas*. Texas: A&M University. John Wiley and Sons, Inc., Publication.
- [4] Christodoulou C., Tawk Y., Lane S. A., Erwin S. R. (2012). *Reconfigurable Antennas for Wireless and Space Application*. Proceeding of The IEEE | Vol. 100, No.7.
- [5] Kurniawan D. W., Dahlan E. A., Pratama A. Y. (2010). *Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frequency*. Jurnal EECCIS Vol.IV, No.1. Teknik Elektro Universitas Brawijaya: Malang.
- [6] Milligan T. A. (2005) *Modern Antenna Design*. 2nd Edition. New Jersey : John Wiley and Sons, Inc., Publication.

- [7] Ramdano A., Ansyah M., Pratama E. W. R., Sari M. (2013). *Infrastruktur Jaringan WiFi di Universitas Multimedia Nusantara*. Universitas Bina Darma Palembang: Indonesia.
- [8] Sari D. R., Buwarda S. (2009). *Perancangan Microstrip Antenna untuk Aplikasi Base Station dan Mobile Station pada Sistem WiMAX*. Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar: Indonesia.
- [9] Singh N., Gangwar R. P. S. (2013). *Design and Simulation of Internal Multiband Planar Inverted - F Antenna for Mobile Terminals*. Conference on Advances in Communication and Control System. Pantnagar, Uttarakhand: India.
- [10] Viani F. (2013). *Dual Band Sierpinski Pre Fractal Antenna fo 2.4 GHz WLAN and 800 MHz LTE Wireless Device*, Vol. 35,63-71. ELEDIA Research Group, Department of Information Engineering and Computer Science, University of Trento, Via Sommarive 14, Trento: Italy.
- [11] Waterhouse R. B. (2003). *Microstrip Patch Antenna - A Designer's Guide*". Boston, London : Kluwer Academic RMIT University.
- [12] Zooghby A. E. (2005). *Smart Antenna Engineering—(Artech House Mobile Communication Series)*". Boston, London : Artech House, Inc.

